Л. Ф. Артюшин, И. Д. Барский, А. И. Винокур

Справочник кинооператора

Л. Ф. Артюшин, И. Д. Барский, А. И. Винокур

Справочник кинооператора

Под общей редакцией
заслуженного деятеля науки и техники РФ,
доктора технических наук, профессора Л. Ф. Артюшина

Москва
«Галактика-Л»
1999

778
А86

Авторы:
Лев Федорович Артюшин, заслуженный деятель науки и техники РФ, проф. д-р техн. наук
Иосиф Давидович Барский, канд. техн. наук
Алексей Иосифович Винокур, д-р техн. наук

Рецензенты:
К. Г. Ершов – профессор, декан факультета экранных искусств С.-Петербургского института кино и телевидения
А. Г. Рыбин – доцент, лауреат Государственной премии, заслуженный деятель искусств РФ, декан операторского факультета ВГИК
М. А. Данилов – главный инженер киноконцерна «Мосфильм»

2192

Справочник кинооператора. Артюшин Л. Ф., Барский И. Д., Винокур А. И./Под общей редакцией Л. Ф. Артюшина – М.: «Галактика-Л», 1999.–256 с.

Все упомянутые в данном издании товарные знаки и зарегистрированные товарные знаки принадлежат своим законным владельцам.

Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена – в любой форме, любыми средствами, электронными или механическими, включая фотографирование, магнитную запись, иные средства копирования или сохранения информации – без письменного разрешения издательства.

ISBN 5-7573-0003-5

© «Галактика-Л», 1999
© Л. Ф. Артюшин, И. Д. Барский, А. И. Винокур, 1999
© «Кинотехника», 1999
© «Компания Гамматехнология», 1999

БИБЛИОТЕКА СПб ГУКиТ

Содержание

Обозначения съемочных параметров 0.4

Глава 1. Киносъемочная аппаратура 1.1

Глава 2. Технология киносъемки 2.1

Глава 3. Кинообъективы и их применение 3.1

Глава 4. Экспонирование и тоновоспроизведение 4.1

Глава 5. Цветное экспонирование в натурных съемках 5.1

Глава 6. Цветные кинопленки и технологические процессы 6.1

Обозначения съемочных параметров

α — угол изображения (апертурный угол)
f — фокусное расстояние объектива (focus lengs), мм
f35 — фокусное расстояние, равное 35 мм
F — значение диафрагмы (stop), обратное значение относительного отверстия объектива
F8 — значение диафрагмы, равное 8

A — дистанция фокусировки объектива, см, м
$A_п$, $A_д$ — передняя и дальняя границы резкоизображаемого пространства
L — глубина резкоизображаемого пространства, см, м
$L_п$, $L_д$ — передняя и дальняя часть глубины резкоизображаемого пространства
Вп, Вд — ширина картинной плоскости на границах резкоизображаемого пространства см

h — крупность изображения, выраженная высотой картинной плоскости, см
1/1, 1/2... — относительная крупность изображения человека по высоте кадра

R — разрешающая способность кинопленки, лин/мм
ТВЛ — четкость изображения, выраженная количеством различимых линий по высоте и ширине картинной плоскости

E — освещенность объекта
B — яркость деталей объекта
EV — экспозиционные числа, зрительно характеризующие изменение освещенности объекта или яркость деталей
EI — индекс светочувствительности кинопленки

T — цветовая температура, в градусах Кельвина
M — цветность освещения, в Майредах
$Д_с$, $Д_з$, $Д_к$ — цветоделенные оптические плотности цветного фотографического изображения
Nc, Nз, Nк (Nc, Ng, Nr) — номера света в трехцветном копировальном паспорте

α/t — угловая скорость движения кадра
шк/t — зрительно контролируемая скорость движения, определяемая смещением изображения на ширину кадра

1

Киносъемочная аппаратура

Киносъемочные аппараты 1.2
Основные характеристики 35-мм киносъемочных аппаратов, предназначенных для синхронных съемок 1.3
Основные характеристики 16-мм киносъемочных профессиональных аппаратов 1.4
Киносъемочные аппараты Arriflex для синхронных съемок фирмы «Arnold & Richter Cine Technik» (Германия) 1.5
Киносъемочные аппараты Panaflex фирмы «Panavision» (США) 1.8
Киносъемочные аппараты Moviecam фирмы «Moviecam F. G. Bauer Filmtechnik» 1.9
Киносъемочные аппараты фирмы «Cinema Products» (США) 1.10
Универсальные киносъемочные аппараты фирмы «Arnold & Richter Cine Technik» (Германия) 1.11
Киносъемочные аппараты Московского завода киноаппаратуры «Москинап» 1.13
Аппараты для синхронных съемок 1.13
Ручные киносъемочные аппараты 1.13
35-мм киносъемочные аппараты для ускоренных и скоростных съемок 1.14
Киносъемочные аппараты системы VistaVision 1.15
Оптические стабилизаторы изображения 1.16
Демпфирующие устройства 1.19
Вспомогательная операторская техника 1.20

Киносъемочные аппараты

1. Массовое производство фильмокопий в настоящее время главным образом осуществляется на 35-мм позитивных кинопленках печатью с 35-мм негативов. Наблюдается повышение интереса к производству 35-мм широкоэкранных фильмов. Производство широкоформатных фильмов с использованием 65-мм негативных кинопленок существенно сократилось, а с использованием 70-мм негативных пленок — практически прекратилось. Развивается система VistaVision, использующая 35-мм негативную кинопленку и 8-перфорационный горизонтальный кадр.

2. В настоящем справочнике представлены характеристики наиболее распространенных 35-мм киносъемочных аппаратов отечественного и зарубежного производства, позволяющих проводить киносъемку в любом принятом сегодня формате кадра, даны краткие сведения о профессиональных 16-мм киносъемочных аппаратах отечественного и европейского производства.

3. Представленные в справочнике технологические рекомендации применимы ко всем процессам съемки фильма независимо от используемого формата. Это достигнуто благодаря тому, что изображение характеризуется универсальным параметром — крупностью плана (высотой картинной плоскости объекта съемки, ограниченной рамками кадра).

35-мм киносъемочные аппараты

Киносъемочные аппараты для синхронных съемок

- Arriflex 535 A и B
- Arriflex BL IVS
- Platinum Panaflex
- Golden Panaflex
- Moviecam Compact
- Moviecam Super America
- Кинор 35С (5КСН)
- Кинор 35Н (9КСН)

Киносъемочные аппараты широкого применения

- Aaton 35 II
- Arriflex 35 IIC
- Arriflex 35 III
- Arriflex 35 IIIC
- Arriflex 435
- FX-S/35
- XR-S/35
- 1КСР-1М
- 1КСР-2М

35-мм киносъемочные аппараты для ускоренных съемок

- Panaflex Panastar
- Image 300
- Photo-Sonics
- High Speed Pan Arri IIC
- 2КСК-М
- 1СКЛ-М
- 3КСУ

Широкоформатные киносъемочные аппараты

- 70 КСК
- Wilcam High Speed VistaVision
- VistaVision (8P)

Таблица 1.1. **Основные характеристики 35-мм киносъемочных аппаратов для синхронных съемок**

Параметры	Arriflex 535 (модели A и B)	Arriflex BL IV Arriflex BL IVS	Moviecam Compact Moviecam Super America	Platinum Panaflex Golden Panaflex	Кинор 35С и 35Н (5КСН; 9КСН)	Aaton 35
Масса, кг	14,1	14,0	9,9 (C) 14,5 (S)	11,2 (P) 19,0 (G)	15,0 (5КСН) 12,0 (9КСН)	7,0
Уровень шума, дБА	менее 20	20	20	20	28 (5КСН) 32 (9КСН)	33
Частота съемки, к/с фиксированная плавнорегулируемая обратного хода	24; 25; 29,97; 30 (A) 3–50 (B) 3–60 диапазон[1]	24; 25; 30 6–50 –	24; 25; 30 2–50 12–32	24; 25; 30 – –	24; 25 8–32 –	24; 25 6–32 –
Угол открытия обтюратора, ° с плавным изменением с механическим регулированием	180 (A) 11–180[2] (B) 11–180 через 15; 144; 172,8	180 – 180; 172,8; 144; 135	180 (C) 45–180 (S) 180; 172,8; 144; 90	(P)180, (G)200 (P) 50–180 (G) 50–200 через 10	180 – –	180 – 172,8
Емкость кассет, м	120; 300, коаксиальные	120; 300, коаксиальные	120; 150; 300	(G) 600; 300; 150; 75 (P) 300; 150; 75	150; 300	60; 120
Тип объективодержателя	PL	PL	PL; BNCR	PV	⌀68	AA; PL
Электропитание, В	24	12	12	24	16	16
Видеоконтроль	+	+	+	+	+	+
Дополнительные возможности						
Формат Супер 35	+	+	+	+	–	–
Запись тайм-кода	+	+	+	+	–	+
Подсветка рамок в видоискателе	+	+	+	+	–	–
Система синхронизации с ТВ-сигналом	+	+	+	+	+	+

[1] В полном диапазоне частот.
[2] Компьютерное управление и коррекция экспозиции.

Таблица 1.2. **Основные характеристики 16-мм киносъемочных профессиональных аппаратов**

Параметры	16СХ-2М Кинор	4КСР Кинор 16Р	Arriflex 16SR1	Arriflex 16SR3	Aaton XO plus 75	Aaton XTR plus 75	Aaton XTR prod 75
Масса, кг	4,7	7,0	4,5	5,8	5,9	5,9	5,9
Уровень шума, дБА	42	32	26	20+2	20	20	20
Неустойчивость изображения, мм	0,01	0,01	0,01	не более 0,01	не более 0,01	не более 0,01	не более 0,01
Диапазон частот съемки, к/с	16–64	8–64	6–50	5–75	3–75	3–75	3–75
Частоты съемки[1], к/с	24; 25	24; 25	24; 25	24; 25; 30	24; 25; 30	24; 25; 30	24; 25; 30
Тип объективодержателя	ГОСТ 10728-75	ГОСТ 10728-75	PL	PL	Aaton	Aaton	PL
Использование объективов[2]	нет	нет	AB	AB	PL; PV	PL; PV	Aaton; PV
Угол открытия обтюратора, °	170	180	180	180; 172,8; 144;135; 90	180	180	180; 172,8; 144
Емкость кассет, м	30; 120	120	120	120	120	120	120
Электропитание, В	12	12	12	24	12	12	12
Дополнительные возможности							
Формат Супер 35	–	–	+	+	+	+	+
Запись тайм-кода	–	–	+	+	+	+	+
ТВ-визир	–	+	–	+	+	+	+
Устройство экспонометрического контроля	–	–	+	+	+	+	+

1 Стабилизированные кварцевым генератором.
2 Возможность использования объективов в иных оправах.

Киносъемочные аппараты Arriflex для синхронных съемок фирмы «Arnold & Richter Cine Technik» (Германия)

Аппараты Arriflex моделей 535A и 535B

Тип — штативно-плечевые
Уровень шума, дБА — менее 20
Масса[1], кг — 14,1
Стандартные частоты, стабилизированные кварцевым генератором, к/с — 24; 25; 29,97 и 30
Плавнорегулируемые частоты съемки[2], к/с — модель А от 3 до 50, — модель В от 3 до 60
Обратный ход — в полном диапазоне частот, начиная с 8 к/с
Кассеты коаксиальные емкостью, м — 120 и 300
Питание:
— встроенная батарея никель-кадмиевых элементов — 24 В; 2 А·ч
— внешняя батарея — 24 В; 7 А·ч

Аппараты различаются регулированием угла открытия обтюратора.

В аппарате модели А угол открытия обтюратора может плавно изменяться в диапазоне от 11 до 180°. Имеются системы компьютерного программного управления обтюратором и автоматизированной коррекции экспозиции при изменении угла открытия обтюратора.

В аппарате модели В регулирование угла открытия обтюратора механическое в диапазоне от 11 до 180° с фиксированными интервалами через каждые 15°; дополнительные углы — 144° и 172,8°.

Обе модели снабжены двумя лупами: стандартной и длинной. Увеличение изображения — 6,5 крат.

Окуляры обладают широким углом поля зрения.

Видоискатель имеет систему подсветки кадровой рамки Arriglow, предназначенную для удобства съемок при слабом освещении.

Возможен дистанционный контроль и регулирование фокусировки.

Имеются видеоконтроль с выходом на ТВ-тракт и система синхронизации аппарата по сигналам ТВ.

В поле зрения визира подается информация о соблюдении синхронности съемки, о разряде батареи, об окончании кинопленки. Визуальная информация о возникновении асинхронности хода аппарата сопровождается звуковым сигналом.

Компьютерная проверка готовности аппарата к съемке проводится на частоте 1 к/с. На дисплее аппарата отображается информация об окончании пленки, о возникновении «салата», о неправильной позиции грейфера, о неправильной установке кассет, о недостаточном прижиме пленки.

---

1 Без пленки и объектива, с кассетой 120 м.
2 Компьютерное управление частотой съемки.

Кассеты с двигателями подмотки и электронными счетчиками метража.

Устройство крепления объективов типа PL с изменяемым оптическим центром для формата Супер 35.

В аппарате имеется компьютерная система, обеспечивающая автоматизированное выполнение ряда функций, повышающая гибкость и эффективность съемочного процесса. Система включает 8 автономных устройств, которые сопряжены с кинокамерой через блок CCU-1.

Компьютерный блок (CCU-1). Позволяет создавать и хранить в памяти процессора одновременно до 6 программ управления режимами съемки, а в случае использования модели А — дополнительно программу управления режимом угла открытия обтюратора.

Компьютерный блок CCU-1 дублирует на жидкокристаллическом дисплее следующие характеристики режима работы кинокамеры:

- формат кадра;
- метраж кинопленки (общий, последнего дубля, остаток в кассете);
- частоту киносъемки;
- значение угла открытия обтюратора;
- данные временного кода и битов пользователя;
- режим записи временного кода;
- напряжение и состояние батареи питания.

Блок временного кода (535 Time Code). Позволяет записывать на пленку стандартный 80-битовый тайм-код SMPTE.

Программирование тайм-кода осуществляется с помощью компьютерного блока CCU-1. Возможна запись тайм-кода при частотах съемки 24; 25; 29,97 и 30 к/с.

Экспозиционный индекс записи тайм-кода (TCS) вводится в память процессора кассеты при зарядке пленки.

Система видеоконтроля (Video Assist System). Создает возможность запоминания кадра для последующего его сравнения с текущем кадром на мониторе. Имеется возможность применять режим записи, устраняющий мигание изображения на мониторе; автоматический баланс белого и электронную компенсацию изображения на мониторе при изменении цветовой температуры освещения.

Блок дистанционного управления (Remote Unit (RU)). Позволяет дистанционно управлять включением и выключением киноаппарата, менять скорость транспортировки пленки, а в аппарате модели А — угол открытия обтюратора.

Рапидная приставка (Variable Speed Unit (VSU)). Допускает плавное регулирование частот киносъемки от 3 до 60 к/с.

Блок управления обтюратором (Shutter Control Unit). Обеспечивает в аппарате модели А программное регулирование угла открытия обтюратора от 11 до 180°.

Система внешней синхронизации (External Sync Unit) предназначена для согласования фаз изображения в устройстве видеоконтроля с кадровой разверткой изображения на мониторе.

Аппараты Arriflex моделей BL IV, BL IVS, BL III и BL II

	Модели BL IV и BL IVS	Модели BL III и BL II
Тип	— штативно-плечевые	
Уровень шума, дБА	— 20	— 28
Масса, кг	— 14 и 14,5	— 13 и 11,3
Стандартные частоты, стабилизированные кварцевым генератором, к/с	— 24, 25 и 30	
Плавное регулирование частот съемки, к/с	— от 6 до 50	
Кассеты коаксиальные емкостью, м	— 120 и 300	
Питание (никель-кадмиевая батарея)	— 12 В; 7 А·ч	

Аппараты имеют электронный индикатор частоты съемки и метража отснятой кинопленки.

В аппаратах моделей BL IV, BL IVS и BL III угол открытия обтюратора равен 180° с механическим дискретным регулированием до 135, 144, и 172,8°.

В аппарате модели BL II — обтюратор двухлопастный с постоянным углом открытия 180°.

Аппарат модели BL IVS снабжен второй удлиненной лупой с дополнительным двукратным увеличением для более точной наводки на резкость.

Компьютерная система Arriglow обеспечивает подсветку рамок кадра при съемке в условиях слабой освещенности; автоматически меняет видимый в визире формат кадра. Осуществляется подогрев визира и механизмов аппарата во время съемки при пониженной температуре.

Имеются системы дистанционного управления фокусировкой объективов, видеоконтроля с выходом на ТВ-тракт и синхронизации с ТВ-сигналом.

Указанные аппараты позволяют проводить запись тайм-кода SMPTE (стандартный 80-битовый).

Конструкция кадровой рамки аппаратов обеспечивает штриховую запись информации между краем кинопленки и перфорационным отверстием.

Модель BL IVS отличается от модели BL IV возможностью регулирования шага грейфера в зависимости от параметров пленки.

Устройство крепления объективов типа PL с изменяемым оптическим центром для формата Супер 35.

Возможна установка объективов в иных оправах с использованием адаптеров (табл. 3.26 –3.28).

Киносъемочные аппараты Panaflex фирмы «Panavision» (США)

	Модель Platinum	Модель Golden
Тип	— штативный (быстро трансформируемый в плечевой)	— штативно-плечевой
Масса, кг	— 11,2	— 10
Уровень шума, дБА	— 19	— 20
Стандартные стабилизированные частоты съемки, к/с	— 24, 25	
Плавно регулируемые частоты съемки, к/с	— 4–12	
Обратный ход в диапазоне частот, к/с	— 6–32	
Кассеты емкостью, м	— 75, 100 и 300	
Питание:		
— от источника постоянного тока	— 24 В	
— от сети	— 220 В; 50/60 Гц	

Обтюратор зеркальный с механическим регулированием угла открытия от 40 до 200° (с фиксированными интервалами через каждые 10°).

Зеркальный видоискатель с повышенным светопропусканием снабжен элементом, позволяющим двумя лупами, одна из которых удлиненная, дополнительно изменять увеличение в 2,4 раза для оптимальной наводки на резкость.

Видеоконтроль с выходом на цветной ТВ-тракт.

Синхронизация и фазирование работы аппарата — от частоты развертки снимаемого ТВ-изображения или электронного блока питания металлогалогенных ламп до частоты съемки 120 к/с.

Компьютерная система Panaglow обеспечивает подсветку рамок кадра при съемке в условиях слабой освещенности, автоматически меняет видимый в визире формат кадра. Обеспечивает автоматическое изменение диафрагмы при изменении частоты съемки. Возможны текущий дистанционный контроль за фокусировкой и экспонометрия по сюжетно-важным деталям.

В режиме диагностики выдается информация о количестве снятой и оставшейся кинопленки, подаются сигналы о нарушении синхронности, об остановке аппарата и др.

Имеются дополнительные устройства для записи тайм-кода SMPTE (стандартный 80-битовый).

Конструкция кадровой рамки обеспечивает штриховую запись информации между краем кинопленки и перфорационными отверстиями. Адресно-временной код обеспечивает синхронизацию изображения с фонограммой и видеозаписью для ряда сцен и дублей, необходимую для автоматизированного монтажа при многокамерной кино- и видеосъемке.

Возможна запись тайм-кода по системе «Film Date Trade», разработанной совместно фирмами «Aaton» и «Panavision». Эта запись рассчитана на визуальное буквенно-цифровое считывание.

Устройство крепления объективов — типа BNSR и PV («Panavision»).

Киносъемочные аппараты Moviecam фирмы «Moviecam F. G. Bauer Filmtechnik»

	Модель Super America	Модель Compact
Тип	— штативно-плечевой[1]	— модульная конструкция[2]
Уровень шума, дБА	— 20	— менее 20
Масса, кг	— 14,5	— 12,5[3]
Стандартные частоты, стабилизированные кварцевым генератором, к/с	— 24, 25	
Плавно регулируемые частоты, к/с	— 12–32	
— со специальным блоком	— 1–50	
Частота обратного хода, к/с	— 12–32	
Кассеты емкостью, м	— 150 и 300; 120[4]	

Обтюратор зеркальный, программно управляемый в диапазоне от 45 до 180°. Возможные фиксированные значения угла раскрытия обтюратора — 90; 120; 144 и 172,8°.

Визир с двумя лупами — укороченной и удлиненной. В поле зрения визира могут воспроизводиться различные комбинации границ кадров из двух форматов. Кратность увеличения изображения в визире — 6,1. Удлиненная лупа снабжена элементом, позволяющим дополнительно изменять увеличение в 2,4 раза для оптимальной наводки на резкость.

Предусмотрена подсветка кадровых рамок при съемке в условиях малой освещенности.

Имеется устройство регулируемого подогрева окуляра визира, механизма аппарата и кассет.

Возможно ТВ-визирование с выходом сигналов на черно-белые или цветные внешние мониторы или видеомагнитофоны. Аппараты снабжены специальным процессором, снижающим мигание ТВ-изображения.

Возможна синхронизация и фазирование работы аппарата от частоты развертки снимаемого ТВ-изображения или электронного блока питания металлогалогенных ламп.

Компьютерное управление съемочными параметрами предусматривает установку первоначальной частоты съемки, пуск режима синхронной съемки, нумерацию сцен и дублей, а также автоматическое изменение диафрагмы при изменении частоты съемки.

Модель Moviecam Compact имеет встроенный модуль для оптической записи временного кода по стандартам SMPTE RP 135 и SMPTE RP 136.

Устройство крепления объективов позволяет использовать оптику любых фирм с фиксированным фокусным расстоянием от 9,8 мм и выше в оправах типа PL или BNCR.

Предусмотрена возможность установки опорного гнезда объектива по центру кадра формата Супер 35.

---

[1] Трансформируемый в плечевой.
[2] Обеспечивает быструю трансформацию для съемок с плеча, со штатива, со Steadicam.
[3] Комплект Steadicam/Movicam – 9,9 кг.
[4] Специальная кассета емкостью 120 м для стабилизирующей установки Steadicam/Movicam.

Киносъемочные аппараты фирмы «Cinema Products» (США)

Аппараты FX-S/35, XR-35. В аппаратах используются грейферные и транспортирующие узлы известных аппаратов Mitchell: двусторонний двузубый грейфер и двусторонний подвижной контргрейфер, обеспечивающие повышенную устойчивость изображения. Аппараты имеют регулируемый шаг перемещения пленки по двум осям, а также независимое управление величиной шага и позицией зуба грейфера относительно контргрейфера.

Аппарат XR-35. Предназначается для синхронных павильонных съемок, а также для комбинированных и трюковых съемок, требующих повышенной устойчивости изображения, в том числе при повторном экспонировании. Позволяет проводить синхронные съемки с чистовой фонограммой.

Частота съемки с плавно регулируемой кварцевой стабилизацией, к/с	— 4–32
Обтюратор с плавным изменением угла открытия, °	— 5–180
Уровень шума, дБА	— 27
Кассета емкостью, м	— 300
Масса, кг	— 42
Питание:	
— от источников постоянного тока (батареи)	— 28–36 В
— фирменного питающего устройства	

Аппарат FX-S/35. Киносъемочный аппарат широкого применения.

Пригоден для комбинированных, трюковых и специальных съемок, которые требуют программирования режима съемки и ее автоматизации.

Отличается всеобъемлющим компьютерным управлением и позволяет проводить съемки по предварительно разработанным программам, а также по программам, опробованным в процессе репетиции. В аппаратах программируются пуск и остановка аппарата, частота съемки, угол открытия обтюратора, значение экспонирующей диафрагмы, прямой и обратный ход, фокусировка или изменение фокусного расстояния вариообъективов. При этом соблюдаются заданные последовательность и продолжительность во всех дублях, что особенно важно при многократной экспозиции.

Частоты съемки с кварцевой стабилизацией, к/с	— 24, 25, 30
Плавно регулируемые частоты съемки, к/с	— 4–120
Фиксированные углы открытия обтюратора, °	— 90; 144; 172,8; 180

Аппарат снабжен светосильными лупами. В видоискателе предусмотрена возможность установки масок и разметочных сеток.

Видеоконтрольное устройство позволяет подавать выходные сигналы на внешние мониторы или видеомагнитофоны.

Универсальные киносъемочные аппараты фирмы «Arnold & Richter Cine Technik» (Германия)

Аппарат Arriflex 35III. Предназначен для несинхронных съемок, в том числе ускоренных, а также для синхронных съемок с черновой фонограммой. Аппарат быстро трансформируется из штативного в плечевой.

Плавно изменяемые частоты, к/с	— 5–50
Кассеты емкостью, м	— 60, 150 и 300; 150[1]
Масса[2], кг	— 5,9

Грейферный механизм рассчитан на съемку в прямом и обратном направлениях (для съемки в обратном направлении используется кассета емкостью 150 м).

Для съемки с частотами от 6 до 130 к/с используется высокоскоростная приставка HSU.

Обтюратор зеркальный с дискретным изменением угла открытия 180; 172,8; 144; 135; 120° и далее через каждые 15°.

Система визирования — через съемочный объектив с использованием зеркального обтюратора. Три типа луп. Увеличение в операторском визире — 6,5 крат.

Имеется видеоконтроль с выходом на ТВ-тракт.

Держатель объектива типа PL с изменяемым оптическим центром для формата Супер 35.

Аппарат Arriflex 35 IIIC. Ручной аппарат, применяется для синхронных съемок с черновой фонограммой.

Основные характеристики аналогичны характеристикам аппарата Arriflex IIC.

Зеркальный обтюратор с углом открытия 165°, с дискретным изменением угла открытия через каждые 15°. Двигатель постоянного тока встроен в рукоятку.

Стандартные частоты, стабилизированные кварцевым генератором, к/с	— 24, 25
Плавно изменяемые частоты, к/с	— 5–50[3]
Кассеты емкостью, м	— 60 и 120
Масса аппарата без объектива и пленки, кг:	
— с кассетой емкостью 60 м	— 5,9
— с кассетой емкостью150 м	— 6,9
Держатель объектива	— типа PL

Аппарат Arriflex 435. Компактная блочная легкая съемочная камера, способная быстро трансформироваться в стандартную конфигурацию Arriflex 35III.

Частоты съемки, стабилизированные кварцевым генератором, к/с	— 24; 25; 29,97 и 30
Диапазон частот съемки, к/с	— 1–150

[1] Специальная кассета емкостью 150 м для съемок с плеча.
[2] Без кинопленки и объектива.
[3] Для съемки с частотой до 80 к/с требуется замена привода.

Кассеты емкостью, м	— 120 и 300
— специальная кассета	— Arrimag 300E
Масса (с кассетой), кг	— 6,5
Питание (никель-кадмиевая батарея)	— 24 В; 7 А·ч

Компьютерное управление частотой съемки.

Механическое регулирование угла открытия обтюратора в диапазоне от 11,2 до 180° и возможностью установки фиксированных значений угла — 11,2; 22,5; 30; 45; 60; 75; 90; 105; 120; 135; 144; 172,8 и 180°.

В версии аппарата Arriflex 435 ES имеется электронный зеркальный затвор, позволяющий управлять углом открытия обтюратора без выключения камеры. Значение экспозиции устанавливается автоматически.

Внешний блок программирования CCU-1 по набору функций аналогичен блоку аппарата Arriflex 535.

В поле зрения визира подается информация о синхронности съемки, о разряде батареи, об окончании кинопленки. Визуальная информация об асинхронности съемки сопровождается звуковым сигналом. Оптический визир оснащен системой Arriglow.

Для работы с системой Steadicam целесообразно использовать специальный ТВ-визир и специальную кассету Arrimag 120S.

На жидкокристаллическом дисплее могут отражаться следующие параметры камеры:

- формат кадра;
- метраж пленки;
- угол открытия обтюратора;
- данные временного кода и битов пользователя;
- экспозиционный индекс записи временного хода;
- индикатор сбоя временного кода;
- напряжение батареи электропитания;
- индикатор предельного напряжения питания.

Имеется система видеоконтроля с выходом на цветной ТВ-тракт и система синхронизации работы аппарата с внешним ТВ-сигналом.

Внешний блок программирования позволяет подключать камеру Arriflex 435 к пульту электронного монтажа с помощью стандартного 80-битового кода SMPTE.

Устройство крепления объектива — типа PL с изменяемым оптическим центром для формата Супер 35.

Киносъемочные аппараты Московского завода киноаппаратуры «Москинап»

Аппараты для синхронных съемок

	Кинор 35С (модель 5КСН)	Кинор 35Н (модель 9КСН)
Тип	— штативно-плечевой	— штативно-плечевой облегченный
Масса, кг	— 15,0	— 12,0
Уровень шума, дБА	— 28	— 32
Стандартные частоты, стабилизированные кварцевым генератором, к/с	— 24; 25	
Плавное изменение частоты, к/с	— 8–32	
Кассеты емкостью, м	— 150 и 300	
Питание	— 16 В	

Обтюратор зеркальный с фиксированным углом открытия 180°.

Аппараты пригодны для синхронных съемок с чистовой фонограммой. Имеют встроенное экспонометрическое устройство; возможна запись служебной информации на кинопленку.

Визир с короткой и удлиненной лупами. Видеоконтроль с выходом на внешний монитор.

Имеется световая и звуковая сигнализации: о несинхронности хода, о срабатывании блокировки и передаче записи стартового сигнала.

Неустойчивость изображения — не более 0,015 мм.

Объективодержатель для объективов с посадочным диаметром 68 мм и удлиненным задним отрезком.

Ручные киносъемочные аппараты

Конвас-автомат (модели 1КСР-1М и 1КСР-2М).

Электропривод	— постоянного тока напряжением 15 В
Частоты съемки, к/с:	
— фиксированные	— 8, 16, 24, 32,
— плавно регулируемые	— 8–32,
— с кварцевой стабилизацией	— 24 и 25
Уровень шума, дБА	— 53
Угол открытия зеркального обтюратора, °	— 150
Масса, кг	— 5,7
Кассеты емкостью, м	— 60 и 120

Модель 1КСР-1М имеет турель для одновременной установки трех объективов с постоянным фокусным расстоянием.

Модель 1КСР-2М имеет гнездо для одного объектива, в том числе объектива с переменным фокусным расстоянием.

Модернизированный Конвас-автомат (модель 1КСР-3М) обладает расширенным диапазоном частот съемки — от 1 до 50 к/с; объективодержателем типа PL; дополнительной кассетой емкостью 150 м; светосиль-

ной лупой с компенсацией поворота изображения и возможностью вывода изображения на ТВ-тракт.

Кинор 35-7Р. Ручной киносъемочный аппарат.

Диапазон частот съемки, к/с	— 1–50
Уровень шума, дБА	— 40
— в звукозаглушающем боксе	— 36
Масса, кг	— 7

Обтюратор однолопастный, зеркальный, с углом открытия 172,8°. Снабжен короткой светосильной и универсальной лупами. Имеется возможность вывода изображения на ТВ-тракт.

35-мм киносъемочные аппараты для ускоренных и скоростных съемок

Аппарат Темп, модель 1СКЛ-М (завод «Москинап»). Предназначен для ускоренных съемок с рук или с легкого штатива. Имеет скоростной двузубый двусторонний грейфер; плавное регулирование частоты съемки от 24 до 150 к/с. Масса — 12 кг.

Однолопастный зеркальный обтюратор с углом открытия 150°.

Беспараллаксный визир. Возможность съемки дискретными объективами с фокусными расстояниями от 18 мм и выше. Объектив переменного фокусного расстояния 35 ОПФ-7-1 снабжен устройством автоматического изменения диафрагмы в зависимости от частоты съемки.

Кассеты емкостью 120 и 300 м. Двигатель постоянного тока 27 В; 300 Вт.

Штативный скоростной киносъемочный аппарат ЗКСУ (завод «Москинап»). Предназначен для съемки обычных и широкоэкранных фильмов с частотами 24; 48; 96; 144; 192; 240 к/с. Масса 18 кг. Однолопастный дисковый обтюратор, угол открытия 140°. Кассеты емкостью 150 м. Устанавливаются дискретные объективы (f = 22–250 мм). Имеется автоматизированное изменение диафрагмы объективов в зависимости от частоты съемки. Двигатель постоянного тока 27 В. Дистанционное управление — до 50 м.

Скоростной универсальный аппарат ИМИДЖ 300 фирмы IMAG (США). Позволяет проводить съемки с плавным изменением частоты от 24 до 300 к/с. Стабилизированные кварцевым генератором частоты 24 и 25 к/с. Масса аппарата с объективом, кассетой и ТВ-визиром — 42 кг. Кассеты емкостью 300 м коаксиальные, быстросменные. Угол открытия обтюратора — 120°.

В комплект съемочной оптики входят: линейка дискретных объективов в оправах BNCR, вариообъективы Cooke и Angeniex. Питание — переменным током 115 В, 50/60 Гц. Трехзубый двусторонний грейфер продвигает кинопленку за 6 перфораций, не повреждая перфорационных перемычек; двусторонний контргрейфер обеспечивает устойчивость изображения.

Скоростной аппарат Photo-Sonic 4E-R. Позволяет проводить съемки с частотами от 6 до 360 к/с на обычную 35-мм кинопленку. Кассета

емкостью 300 м. Допускается использование рулонов пленки емкостью 120 м. Транспортирование пленки обеспечивается двенадцатизубым грейфером. Контргрейфер двусторонний, четырехзубый.

Скоростной аппарат Photo-Sonic 4B. Позволяет проводить киносъемку на следующих фиксированных частотах — 420, 840, 1260, 1680 и 2100 к/с.

Киносъемочные аппараты системы VistaVision

VistaVision. Киносъемочный аппарат для съемки на 35-мм кинопленку горизонтального 8-перфорационного кинокадра (8Р).

Синхронная частота, к/с	— 24 и 25
Частота обратного хода, к/с	— 24
Обтюратор с постоянным углом открытия, °	— 110
Кассета емкостью, м	— 120
Питание (от батареи)	— 36 В

Wilcam High Speed VistaVision. Высокоскоростной аппарат для съемки на 35-мм кинопленку 8-перфорационного кинокадра (8Р).

Частоты, стабилизированные кварцевым генератором, к/с	— 2–64
Плавно регулируемые частоты, к/с	— 2–199
Кассета емкостью, м	— 300
Питание (от батареи)	— 36 В

Оптические стабилизаторы изображения

В оптических компенсаторах стабилизирующими элементами являются дополнительные оптические элементы, представляющие собой часть изображающей системы КСА, не связанные с корпусом аппарата и управляемые гироскопами.

Наиболее распространенными элементами являются плоские зеркала, призмы (в частности — жидкостные клинья), афокальные оптические компенсаторы.

Устройство гироскопической стабилизации поля зрения киносъемочных аппаратов (зеркальный коллиматор) СТОП-75 (МКБК) предназначено для повышения качества киноизображения путем компенсации угловых колебаний аппаратов при проведении съемок с подвижных оснований (с рук, автомобилей, речных судов, самолетов, вертолетов).

Устройство может применяться с КСА моделей 1КСР-2М; 5КСН; 9КСН; 7КСР и Arriflex 35 III.

Основные характеристики:

Коэффициент компенсации (стабилизации) в диапазоне частот от 3 до 10 Гц, %	— не менее 85
Максимальная скорость панорамирования, °/с	— 2,5
Светопропускание устройства, %	— не менее 76
Питание, постоянный ток напряжением, В	— 10,5–14
Потребляемая мощность, Вт	— 2
Применяемая оптика	— дискретные объективы от f75 и выше

Оптический стабилизатор изображения ОС-4 фирмы «Наутек-Холдинг» (Москва). Относится к виду зеркальных компенсаторов. Перед объективом КСА установлена перископическая система, состоящая из двух зеркал, одно из которых управляется от гироскопической системы.

Устройство обеспечивает стабилизацию изображения в фокальной плоскости объектива камеры при колебаниях камеры в вертикальной плоскости с возможностью одновременного панорамирования в горизонтальной плоскости.

Основные характеристики:

Максимальная амплитуда угловых колебаний КСА при работе стабилизатора, °	— ±12
Максимальная скорость панорамирования, °/с	
— в горизонтальной плоскости	— 30,
— в вертикальной плоскости	— 20
Верхняя граничная частота пропускания следящей системы в режиме стабилизации изображения, Гц	— не менее 3
Ток, потребляемый по цепи питания 12 В в установившемся режиме, А	— не более 1,2
Готовность прибора к работе с момента подачи питания на гиромотор, мин	— не более 1,5

Оптический стабилизатор изображения ОС-3 фирмы «Наутек-Холдинг» (Москва). По принципу построения относится к зеркальным компенсаторам; предназначен не только для компенсации колебаний, но и для создания колебаний изображения в фокальной плоскости КСА при неподвижном положении его корпуса.

Конструкция позволяет устанавливать несколько сменных зеркальных приставок для объективов с различными фокусными расстояниями. Преимущество конструкции — принципиальное исключение возможности наклона изображения при панорамировании.

Основные характеристики:

Максимальная амплитуда угловых колебаний КСА, °	— 12
Верхняя граничная частота пропускания следящей системы в режиме стабилизации изображения, Гц	— не менее 2
Максимальная скорость панорамирования, °/с	
— в горизонтальной плоскости	— 15
— в вертикальной плоскости	— 15
Ток, потребляемый по цепи 12 В в установившемся режиме, А	— 1,2
Готовность прибора к работе с момента подачи питания на гиромотор, мин	— не более 1,5

Дальнейшее развитие систем управления изображением в киносъемочном процессе привело к созданию компенсаторов изображений одновременно в двух плоскостях. Примерами могут служить компенсаторы колебаний изображений типа 2ОС-6 и 2ОС-7.

Зеркальный компенсатор фирмы «Arnold & Richter Cine Technik» (Германия). Перископическая система, стабилизирующим элементом которой является подвижное зеркало, устанавливаемая перед объективом съемочной камеры.

Основные характеристики:

Масса, кг	— не более 2,5
Максимальный угол зрения объектива, °	— 20
Максимальная скорость панорамирования, °/с	— 4
Время разгона системы, с	— 30

В связи с наклоном изображения при панорамировании в настоящее время практически не применяется.

Система автоматического слежения за объектом съемки САС-3 фирмы «Наутек Холдинг» (Москва). Предназначена для автоматического удержания объекта съемки в кадровом окне киносъемочного аппарата независимо от их взаимного перемещения.

Принцип действия системы основан на предварительной маркировке объекта съемки с целью его распознания. Маркировка объекта съемки осуществляется с помощью ИК-маяка. Излучатель маяка закрепляется на объекте на видном месте. Источником излучения является малогабаритный светодиод ИК-диапазона, который может быть размещен в знач-

2132
БИБЛИОТЕКА СПб ГУКиТ

ке, заколке, пряжке и т. п. и подключен к блоку питания с помощью тонкого гибкого провода.

Оптический сигнал от ИК-маяка принимается оптико-электронным блоком, являющимся составной частью следящей платформы, на которой установлена киносъемочная аппаратура.

Система имеет режимы предварительного дистанционного наведения на объект съемки и автоматического слежения за объектом.

Основные характеристики:

Диапазон расстояний до объекта съемки, м	— 8–100
Максимальная скорость слежения за объектом съемки, °/с	— 20
Погрешность слежения, °	— не более 0,5
Угловое поле зрения блока слежения, °	— 4
Максимальная масса КСА, кг	— 15, 20 (версия САС-4)
Величина угла разворота КСА, °	
— в горизонтальной плоскости	— 180
— в вертикальной плоскости	— 330
Питание:	
— постоянный ток напряжением, В	— 12 или 24
— сетевой блок питания с выходным напряжением, В	— ±12
— потребляемый ток, А	— 2
Габариты излучателя ИК-маяка, мм	
— диаметр	— 1,5
— длина	— 4
Условия эксплуатации системы:	
— температура окружающей среды, °С	— 0–40
— относительная влажность воздуха, %	— не более 90

Жидкостные оптические стабилизаторы с управляемым изменением угла преломления проходящих световых лучей Dynalins моделей S-023, S-038 и S-060 фирмы «Dynasciences Corp.» (США)

Модель S-060 предназначена для 35-мм киноаппаратов, в частности для Arriflex 35 III и Arriflex 35 BL, и трансфокатора Angeniex 25–250 мм.

Стабилизатор обеспечивает компенсацию колебаний в двух плоскостях — по курсу и тангажу.

Основные характеристики (S-060):

Рабочий диапазон углов наклона, °	— не более 5
Коэффициент компенсации в диапазоне частот от 2 до 10 Гц, %	— не менее 95
Светопропускание устройства, %	— около 92
Масса, кг	— 8,5
Питание (батарея постоянного тока)	— 12 В; 20 А·ч

Демпфирующие устройства

Демпфирование колебаний в отличие от стабилизации не обеспечивает сохранение заданного положения киноаппарата в пространстве, однако использование демпфирующих систем позволяет чаще всего получать очень удобное управление положением КСА.

Кресло оператора 1КОД (МКБК). В настоящее время является наиболее совершенной стационарной отечественной демпфирующей системой. В основе конструкции кресла лежит сбалансированная система карданных подвесов. У оператора имеется возможность регулировать усилия в поворотных узлах при панорамировании; поворотные узлы системы снабжены фрикционными парами жидкостного трения.

Кресло 1КОД обеспечивает:

Панорамирование, °	
— в горизонтальной плоскости	— ±70,
— в вертикальной плоскости	— ±90
Позволяет использовать КСА массой, кг	— до 20
Коэффициент демпфирования колебаний в области частот 6–11 Гц	— не менее 3

Система адаптирована к отечественным вертолетам — удобно и просто крепится к корпусу вертолета.

Другие известные системы: «Телевизион» (Болгария); «Continental Camera System» (США); «Tyeler» (США); «Helivision» (Канада).

Разработки аналогичных технических средств продолжаются. Европейские прокатные фирмы предлагают, как правило, комплексы: специально оборудованный вертолет с системами стабилизации и демпфирования для использования КСА типа ARRI 35III (номенклатура 16-мм КСА много шире).

Демпфирующее устройство Steadicam модели 3А фирмы «Cinema Products». Предназначено для 16- и 35-мм киносъемочных камер и видеокамер. В этом устройстве КСА находится в центре силового поля, образуемого силой тяжести и усилиями пружин опорных рычагов, крепящихся на несущих ремнях жилета, надеваемого на оператора.

Вся демпфирующая система сбалансирована таким образом, что камера удерживается в пространстве системой «опорные рычаги–рука», а оператор управляет кинокамерой, придавая ей нужное положение в пространстве небольшим усилием своей руки.

Современные модификации Steadicam снабжены электронным индикатором уровня, автоматизированным регулятором фокуса и относительного отверстия объектива. Визирование осуществляется с использованием монитора на особой телевизионной трубке повышенной яркости.

Модификации демпфирующего устройства Steadicam позволяют использовать КСА моделей Arriflex IIC, Arriflex 35BL и другие, снабженные, как правило, специальными кассетами.

Разработаны версии конструкции, применяемой для съемок с вертолетов.

Вспомогательная операторская техника фирмы «Filmotechnic» (Украина)

Панорамная головка с устройством стабилизации углового положения кино-видеоаппарата 4ГСП. Управление положением киновидеоаппарата по трем координатным осям. Управление объективом по трем параметрам — масштаб, дистанция, диафрагма.

Объектом управления могут быть:

- КСА — Arriflex 35 III, Arriflex 35 BL, 1КСР-2М
- репортажные видеокамеры — Betacam BVP-3AC, Betacam BVP-7P и др.

Возможность работы в режиме автоматического обеспечения горизонтального положения кадра.

Основные характеристики:

Динамическая погрешность стабилизации, угл. мин.	— не более 1
Максимальная угловая скорость, °/с	— 60
Предельные углы отклонения, °:	
— вокруг вертикальной оси (курс)	— не ограничен
— вокруг продольной оси (крен)	— от +65 до –60
— вокруг поперечной оси (тантаж)	— от +75 до –165
Максимальное фокусное расстояние используемого объектива, мм	— 250
Электропитание:	
— постоянный ток напряжением, В	— 24–30
— максимальный потребляемый ток, А	— 13
— номинальный ток потребления, А	— 4
Время подготовки камеры к работе, ч	— 1,5

Операторский кран с перемещающейся кареткой. Стрела крана секционная, легкосборная. Вдоль стрелы движется каретка, на которой закреплена панорамная головка с киновидеоаппаратом, что в сочетании с поворотом стрелы крана в горизонтальной плоскости и подъемом–опусканием ее в вертикальной плоскости значительно расширяет творческие возможности оператора при съемке.

Движение каретки осуществляется электроприводом, повороты стрелы — вручную. Управление движением каретки осуществляется кинооператором с комплексного пульта управления краном, панорамной головкой и камерой.

Основные характеристики:

Максимальная длина стрелы крана, м	— 17,7 или 22,6
Максимальное расстояние от оси поворота крана до оси панорамной головки, м	— 21,8
Максимальный ход каретки, м	— 14,0 или 18,3
Скорость движения каретки, м/с	— от 0 до 1
Поворот стрелы крана, °:	
— в горизонтальной плоскости	— 360
— в вертикальной плоскости (относительно горизонта)	— от –50 до +50
Электропитание:	
— постоянный ток напряжением, В	— 220
— номинальный ток потребления, А	— 5
Масса крана, кг	— 1300
Время подготовки к работе бригадой из трех механиков, ч	— 1,5

Операторские краны Каскад 10 и Каскад 25. Краны представляют собой устройства для выполнения операторских панорам с широкими возможностями и дистанционным управлением киновидеокамерой.

Стрелы кранов секционные, легкосборные. Конструкция кранов позволяет осуществлять его сборку в труднодоступных местах (натура, павильон, концертные залы и т. п.).

Основные характеристики:

	Каскад 10	Каскад 25
Максимальная длина стрелы крана, м	— 10	— 25
Максимальная масса устанавливаемых камер, кг	— 25	— 25
Упаковка в кофрах, шт.	— 9	— 11
Максимальный размер упаковочных кофров, м	— 2,2	— 2,5
Масса с упаковкой, кг	— 850	— 1600
Зона установки основания крана, м	—	— 9x9

Кран Каскад 10 может перемещаться по рельсам, по ровной поверхности при минимальной ширине основания 1,1 метра.

Таблица 1.3. **Основные технические характеристики секционных операторских кранов фирмы "Cinema Technologies Group"**

Наименование	CTG-ML	CTG-4	CTG-6	CTG-8	CTG-13	CTG-20	LF-24
Вылет стрелы, м	0,5–1,5 0,7–2,0	2; 3; 4	2; 4; 6	2; 4; 6; 8	От 4 до 13[1]	От 6 до 20[2]	От 8 до 24[2]
Релсовая база, м	0,4	0,4/0,42	0,7	0,7	0,7 и 1,0	1,32	1,0 и1,32
Длина водила, м	0,5–1,5	0,8	1,2	1,2	1,2; 1,8; 2,4	2,4; 3,0; 3,6	2,8; 3,5; 4,0
Высота стойки, м	1,4	1,4	1,7	1,7	1,4; 1,7; 2,0	2,0; 2,3; 3,0	1,8; 2,8; 3,8
Высота подъема, м							
максимальная	2,7; 3,2	4,86	6,9	8,7	13,2	20	24,5
минимальная	–0,1;–0,4	–2,06	–3,2	–5,1	–9,8	–12	–18,9
Максимальная допустимая нагрузка, кг	30	40	50	50	30	40	35
Масса крана при нагрузке 30 кг, кг	100	260	360	490	750	1350	1550
Автогоризонт	Жесткий	Тросовый	Тросовый	Тросовый	Механич.	Механич.	Электрон.
Регулир. демпфер							
подъема стрелы	+	+	+	+	+	–	–
поворота стрелы	+	+	+	+	+	–	–
Комплект дополнительного оборудования							
Комплект колесных блоков							
пневматических	+	+	+	+	–	–	–
литых	+	+	+	+	–	–	–
Комплект рельсовых колесных пар	+	+	+	+	+	+	+
Релсовые пары							
малые, на базу 1,7 м	+	+	+	+	+	–	–
большие на базу 1,0 и 1,32 м	–	–	–	–	+	+	+
Рельсы прямые и поворотные на базу 0,4 м	+	+	–	–	–	–	–

ГОСКИНО РОССИИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

КИНОТЕХНИКА
КИНОТЕХНИКА
КИНОТЕХНИКА

ПРЕДПРИЯТИЕ "КИНОТЕХНИКА" — это:

— высокопрофессиональное обслуживание и современное отечественное и импортное оборудование

— техническое обеспечение производственных процессов при съемках кино- и видеофильмов

— ремонт и юстировка киносъемочной аппаратуры, приобретенной Вами у фирмы ARRI

КИНОТЕХНИКА
КИНОТЕХНИКА
КИНОТЕХНИКА

127427 МОСКВА
АКАДЕМИКА КОРОЛЕВА 21
тел./факс: 218-8207

http://www/aha/ru/-cinetech
E-mail: cinetech@aha.ru

2

Технология киносъемки

Форматы и размеры кинокадра 2.2
Широкоэкранные системы 2.4
Широкоформатные системы 2.5

Экспонирование 2.6
Экспонометрия 2.7
Цветная экспонометрия 2.9
Типовые по крупности планы 2.10
Значение диафрагмы – универсальный параметр 2.12
Глубина резкоизображаемого пространства 2.12
Совокупность регулируемых параметров киносъемки 2.14

Разноплановые монтажные кинокадры 2.15
Съемка по заданной крупности плана 2.16
Изобразительные средства киносъемки 2.18
Ракурсная съемка портретных планов 2.20
Киносъемка с пониженными значениями диафрагмы 2.22

Правила съемки монтажных кадров 2.23
Глубина резкости в парных композициях 2.25
Съемка с единым значением диафрагмы 2.26
Многоплановая съемка с движением камеры 2.27
Съемка трехплановых кадров с движением камеры 2.28
Разномасштабные трехплановые кадры 2.29
Ракурсные съемки с укрупнением изображения 2.30
Многоплановая съемка удаленных объектов 2.32

Обзорное панорамирование 2.34
Панорамирование с изменением частоты съемки 2.36
Киносъемка следящей панорамой 2.37
Съемка движущихся объектов 2.38
Съемка с параллельным движением кинокамеры 2.39
Съемка с наездом камеры 2.40
Съемка с комбинированным движением 2.41

Регулирование угла открытия обтюратора 2.42
Регулирование частоты киносъемки 2.44
Время и метраж 2.45
Фликер-эффект при импульсном освещении 2.46

Форматы и размеры кинокадра

1. *Нормальным, академическим кинокадром* называется 4-перфорационный кинокадр на 35-мм кинопленке, имеющий размеры поля изображения 22x16 мм.

Формат кинокадра определяется отношением ширины поля изображения к его высоте или высоты поля изображения к его ширине. Формат нормального кинокадра характеризуется отношением 1,37:1 или 1:1,37.

2. На 35-мм кинопленке путем кашетирования нормального кинокадра по высоте может проводиться киносъемка широкоэкранных фильмов в форматах: 1,66:1; 1,78:1; 1,85:1 (табл. 2.1). Вследствие уменьшения высоты кадра с изменением формата соответственно уменьшается площадь кадра и четкость изображения по его высоте.

3. Для того чтобы в широкоэкранных фильмокопиях четкость изображения повышалась, киносъемку проводят по системе Супер 35, в которой ширина негативного изображения увеличивается за счет использования звуковой дорожки. (При копировании требуется оптическое уменьшение.)

4. В системе «широкоэкранного» формата (2,35:1) расширение поля изображения достигается при съемке 2-кратным сжатием — анаморфированием горизонтального поля изображения. Последующим 2-кратным оптическим дезанаморфированием позитивного изображения при кинопроекции на киноэкране получается изображение с соотношением сторон кадра 2,35:1.

5. Из-за технических и технологических трудностей, возникающих при съемке анаморфированных изображений, а при съемке по системе Супер 35 из-за необходимости оптического копирования (с уменьшением масштаба), эти две широкоэкранные системы в настоящее время широко не применяются.

6. На 16-мм кинопленку съемка проводится в нормальном формате — 1,37:1. Для улучшения четкости изображения существует формат Супер 16, при котором так же, как при системе Супер 35, требуется оптическое уменьшение при копировании на 16-мм кинопленку или оптическое увеличение для печати позитивного изображения на 35-мм кинопленке.

Таблица 2.1. **Размеры кадра изображения**

Кадр	Формат	Размер, мм	Кадр	Формат	Размер, мм
35-мм кинопленка					
Нормальный	1,37:1	22,00x16,00	Широкоэкранный	2,35:1	22,00x18,60
Кашетированный	1,66:1	22,00x12,50	Кашетированный	1,85:1	22,00x11,20
Система VistaVision (8P35)[1]	1,48:1	37,72x25,17	Система VistaVision (8P35)[2]	–	36,00x18,34
Размеры кадрового окна					
Нормальный	1,37:1	22,00x16,00	Супер 35	–	–
"Немой" кинематограф[3]	–	24,00x18,00	Супер 35 для ТВ (16:9)	1,78:1	24,00x13,50
Размеры телевизионных кадров					
Поле изображения	4:3	20,12x15,90	Сюжетно-важное поле	4:3	18,10x13,55
16-мм кинопленка					
Нормальный	1,37:1	10,26x7,49	Супер 16	–	12,35x9,45
			Супер 16 для ТВ (16:9)	1,78:1	11,94x6,71

[1] Кадр горизонтальный располагается вдоль 35-мм пленки.
[2] Для контактной печати копии на 35-мм пленке с оптической фонограммой.
[3] Шаг кинокадра 19,0 мм.

Широкоэкранные системы

1. Чтобы при проекции фильмов, снятых на 35-мм кинопленке получить «эффект присутствия», кинопроекция должна проводиться на расширенный экран с форматом кадра 1,66:1; 1,85:1 или 1,78:1 (16:9).

2. Киносъемка в широкоэкранном формате (1,66:1), распространенном в ряде европейских стран, проводится с явным кашетированием по высоте кинокадра. Этот формат обеспечивает удовлетворительную четкость изображения и совместимость кинопоказа с телевизионной демонстрацией. Однако «эффект присутствия» оказывается малозаметным.

Киносъемка в формате 1,85:1 проводится на меньшую по высоте площадь кинокадра, чем в формате 1,66:1. Поэтому удовлетворительное по резкости изображение при кинопроекции получается только при печати фильмокопий с негатива.

3. С развитием в Западной Европе широкоэкранного телевидения и появлением телевизоров с отношением сторон экрана 16:9 в кинопроизводстве принят соответствующий формат — 1,78:1. (В комплекты современных съемочных аппаратов включается необходимая кадровая рамка.) Этот формат вполне совместим с ранее принятым форматом 1,85:1, а по высоте кадра отличается лишь на 4%.

4. Съемка широкоэкранных фильмов со скрытым кашетированием, рассчитанным на два формата, применяется лишь в исключительных случаях из-за противоположных требований, предъявляемых к композиции изображений, предназначенных для проекции на большой и малый экраны.

Таблица 2.2. **Ширина картинной плоскости, м**

Формат кинокадра	Тип плана	
	крупный, К64 (по грудь)	общий, О256 (в 1,5 роста)
1,37:1 (и ТВ 4:3)	0,9	3,5
1,66:1	1,0	4,2
1,85:1	1,0	4,7
1,78:1 (и ТВ 16:9)	1,5	4,7

Широкоформатные системы

1. Для улучшения четкости изображения в кинофильмах, предназначенных для кинопроекции на большие широкие экраны, разработаны широкоформатные системы. Киносъемка проводится на 65-мм кинопленку с горизонтальным и вертикальным расположением кадра на 5, 8, 10 или 15 перфораций или на 70-мм негативную кинопленку с вертикальным расположением кадра на 5 перфораций.

Кроме того, существует широкоформатная система киносъемки на 35-мм кинопленку с горизонтальным расположением кинокадра на 8 перфораций (система VistaVision — 8P35).

2. Последующим оптическим копированием на 70-мм позитивной кинопленке изготавливаются фильмокопии, различающиеся количеством перфораций на кадр (обозначаемые соответственно 5P; 8P; 10P и 15P).

Таблица 2.3. **Схемы копирования для широкоформатных систем**

Система VistaVision				Широкий формат			
Негатив		Позитив		Негатив		Позитив	
Размер пленки, мм	Число перфораций	Размер пленки, мм	Число перфораций	Размер пленки, мм	Число перфораций	Размер пленки, мм	Число перфораций
35	8P	35	8P	65	5P	70	5P
35	8P	70	5P	65	8P	70	8P
35	8P	70	8P	65	10P	70	10P
35	8P	70	10P	65	15P	70	15P

3. При достаточно высокой четкости широкоформатного изображения, проецируемого на большой экран, у зрителей возникает «эффект присутствия» при изображаемом действии. В этом состоит одно из изобразительных преимуществ кинематографа перед малоформатным телевидением.

4. Психофизиологический «эффект присутствия», возникающий при широкоугольной кинопроекции широкоформатных фильмов, обусловлен тем, что угол ясного бинокулярного зрения в полтора—два раза больше 35°-го угла ясного цветного зрения, каждого глаза в отдельности. Максимальный эффект достигается при равенстве углов изображения при съемке и проекции.

Экспонирование

1. Экспонирование состоит из ряда организационных, технологических и творческих операций, направленных на съемку всех монтажных кадров в единой световой и цветовой тональности.

2. Выбор экспозиционных параметров осуществляется с помощью экспонометров путем измерения световых величин — освещенности и яркости. Выбор деталей для световых измерений и самого метода измерения осуществляется оператором творчески, с учетом объекта и желаемого изобразительного результата.

3. Индексация светочувствительности пленок и калибровка экспонометров осуществляются фирмами-изготовителями в расчете на «нормальную» экспозицию и получение «нормально» экспонированного негатива.

4. Нормальной считается экспозиция, максимально использующая светочувствительность негативной пленки для прямо пропорциональной регистрации оптических плотностей оригинала с интервалом 1,35 Б. Этот интервал соответствует оптическому изображению высококонтрастного объекта, снимаемого с минимальным (4–5%) светорассеянием в атмосфере и оптике.

5. Нормальным считается негатив, на котором изображение серого 18%-го эталона за зеленым светофильтром имеет оптическую плотность на 0,60 Б большую минимальной плотности (образованной масками и вуалью). Измерения оптической плотности за зеленым светофильтром в наибольшей мере отражают результаты световых измерений в желто-зеленой зоне спектра.

6. Градуировка экспонометров осуществляется в расчете на нормальную экспозицию, получаемую в равной мере при измерении освещенности, создаваемой падающим светом, и яркости серого эталона с 18%-м отражением.

Поэтому экспозиция, указанная экспонометром, при измерении яркости лица должна быть увеличена на одно деление диафрагмы, например, с F4 до F2,8. (Поскольку лицо в 2 раза светлее 18%-го эталона и вычисленная по нему экспозиция оказывается в 2 раза меньше нормальной.)

Экспонометрия

1. В основе экспонометрии лежат измерения световых величин (освещенности или яркости), проводимые методом ключевой освещенности, интегральной яркости и яркости ключевого тона (частным случаем которого является серый эталон с 18%-м отражением).

2. Значение диафрагмы, требуемое для нормальной экспозиции, вычисляется экспонометром в расчете на постоянную выдержку 1/60 с, которая соответствует частоте киносъемки 24/25 к/с и полному открытию обтюратора (180–160°).

3. Светочувствительность кинопленки выражается в индексах EI (ISO), соответствующих стандарту ASA (США), или экспозиционными числами DIN по стандарту Германии.

4. Наряду с рекомендованными значениями диафрагмы экспонометры позволяют видеть измеренные значения освещенности и яркости, которые отображаются на единой шкале в люксах (lx, лк) и в футо-свечах (ft•cd) в соотношении[1] 1 ft•cd = 10 lx.

5. Современные точечные экспонометры и цветояркомеры измеряют яркость деталей в логарифмированном виде — «экспозиционными числами» EV(EI100) (при установке индекса светочувствительности на EI100 — табл. 2.9). Значение EI100 является абсолютной мерой яркости и экспозиционной освещенности. Например, EV(EI100) = 10 соответствует освещенности 2000 лк. Такое представление удобно тем, что изменение экспозиционных чисел прямо пропорционально зрительному ощущению яркости.

Световые величины в экспонометрии

1. *Освещенность* (Illumination) — поверхностная плотность падающего на предмет света. Величина освещенности E определятся отношением светового потока (люмен) к единице освещаемой поверхности и выражается в люксах (лк = кд/м^2) или в футо-свечах (ft•cd). В экспонометрах указывается по шкале ft•cd/10 lx.

Освещенность вычисляется делением силы света J (кд) на квадрат расстояния от источника света до освещаемой поверхности P (м). Например, освещение, создаваемое лампой 120 св с расстояния 2 м равняется: E = J/P^2 = 120/(2•2) = 30 лк (кд/м^2).

2. *Яркость* (Luminosity) — пространственная плотность отраженного светового потока, попадающего в объектив или в глаз наблюдателя. В англо-американской технической литературе яркость различно освещенных и окрашенных предметов обозначается словом brightnees.

Значения яркости B (кд/м^2) различно освещенных участков вычисляются умножением освещенности E на коэффициент отражения R и делением произведения на число p, введение которого учитывает равномерное диффузное отражение света в угле 180°.

[1] Точное соотношение: 1 ft•cd = 10,7639 lx.

$$B = E \cdot R/3{,}14 = 50 \cdot 0{,}18/3{,}14 = 2{,}866 \text{ кд/м}^2$$

3. Яркость отраженного света от поверхностей с большей или меньшей гладкостью существенно меняется от высоты источника света и его ориентации относительно направления съемки. Яркость вертикально ориентированных поверхностей получается наибольшей при горизонтальном направлении света.

Таблица 2.4. **Светочувствительность негативных цветных кинопленок при дневном свете (ДС) и при свете ламп накаливания (ЛН)**

Тип кинопленки			Дневной свет и свет лампы HMI			Свет ламп накаливания		
Марка	35-мм	16-мм	EI	с/ф^2	F[1]	EI	с/ф^2	F[1]
Kodak Vision 800T	5289	–	500	85A	9	800	–	11
Kodak Vision 500T	5279	7279	320	85	7	500	–	9
Kodak Vision 320T	5277	7277	200	85	5,6	320	–	7
Eastman EXR 100T	5248	7248	80	85	3,2	100	–	4
Kodak Vision 250D	5246	7246	250	–	6,3	64	80A	3,2
Eastman EXR 50D	5245	7245	50	–	2,8	12	80A	1,4
Primetime 640T[3]	5620	7620	500	85	9	640	–	10
Fuji, серия Super F								
F 500	8572	8672	320	85	7	500	–	9
F 250	8551	8651	160	85	5	250	–	6,3
F 125	8532	8632	80	85	3,5	125	–	4,5
F 250D	8561	8661	250	–	6,3	64	80A	3,2
F 64D	8522	8622	64	–	3,2	16	80A	1,6
Agfa-Gevert								
XTS 400			250	85	6,3	400	–	8
XTR 250			160	85	5	250	–	6,3
XT 100			64	85	3,2	100	–	4

[1] Диафрагма F указана для освещенности E = 2000 лк, как это принято в телекамерах для характеристики их светочувствительности. Типовое значение для цифровых камер F8.

[2] Взаимозаменяемые светофильтры:
Kodak Wratten 85 – LBA-12 (Fuji) – CTO 12B (Agfa) – C4 (Harrison);
Kodak Wratten 80A – LBB-12 (Fuji) – CTB 12 (Agfa) – B4 (Harrison).

[3] Негативная малоконтрастная пленка Primetime 640T предназначена для съемки негативов, оптимальных для прямого телевещания.

Цветная экспонометрия

1. Экспонирование цветных негативных и обращаемых кинопленок проводится так же, как и экспонирование черно-белых кинопленок — по результатам измерения световых величин в желто-зеленой зоне спектра, соответствующей наибольшей спектральной чувствительности глаза.

2. Измерение цветовой температуры или определение соотношения цветоделенных потоков (B/R; G/R), характеризующих цветовой баланс освещения, проводятся главным образом для выравнивания цветности разнотипных источников света при их совместном использовании, а также для воспроизведения цветотеневых характеристик освещения при повторных съемках.

3. Балансные и компенсационные светофильтры применяются преимущественно при съемках на обращаемые кинопленки, чтобы не допустить излишнего выбеливания каких-либо цветовых тонов на яркоосвещенных участках. Иначе говоря, они используются для выравнивания «баланса белого» (как в ТВ-камерах).

4. При съемках на негативные кинопленки желтые компенсационные фильтры применяются для приближения баланса пленок типа ЛН (Т) к дневному освещению. Чаще ограничиваются одним светофильтром Kodak Wratten 85 или подобными ему фильтрами других фирм.

5. Наиболее часто цветные светофильтры применяются для преднамеренного нарушения цветового баланса в изобразительных целях: для создания преобладающего цветового тона; для воспроизведения естественного колорита снимаемого объекта; для изменения насыщенности отдельных цветов или отдельных участков, например, цвета небосвода.

6. Для улучшения цветопередачи рекомендуется частичное повышение экспозиции: на 1/2 или на целое деление диафрагмы от номинальных значений, указываемых экспонометром. Причем для уверенной, надежной работы требуется проверка экспонометра и тестирование процесса по пробным снимкам.

7. Для достижения эффекта зачернения, свойственного зрительному восприятию при слабой освещенности, рекомендуется снижение экспозиции по сравнению с нормальной: от одного до двух делений диафрагмы при усилении яркости отдельных деталей или контуров снимаемых персонажей.

8. При выборе пленки для съемки на натуре и при свете металлогалогенных ламп (MRS и HMI) предпочтение отдается пленкам типа ДС (D), поскольку они лучше защищены от «вуалирующего» действия ультрафиолетовых излучений. Вместе с тем для фильтрации этих излучений рекомендуются прозрачные оптические стекла или слабые ультрафиолетовые фильтры (слабого желтого оттенка).

9. Для усиления цветовых эффектов, достигаемых с помощью эффектных светофильтров, экспонирование не должно превышать номинального «нормального» значения, указываемого экспонометром.

Типовые по крупности планы

1. Кинематографические монтажные кадры принято подразделять по крупности плана на: крупные, средние и общие в соответствии с масштабом изображения.

2. Крупность портретных планов численно выражается высотой картинной плоскости h (см) в поле объекта, ограниченной рамками кадра. Крупность изображения может быть выражена высотой картинной плоскости h или относительной высотой человека в кадре, например, 1/2 высоты кадра. В дополнение к портретным планам в типовой ряд входят еще дальние планы.

Таблица 2.5. **Ряд типовых по крупности планов**

Тип плана и его характеристика		Краткое обозначение	Высота картинной плоскости h, см	Масштаб М
Укрупненные	лица	У23	23	1:14
	головы	У32	32	1:20
Крупные	по плечи	К46	46	1:28
	по грудь	К64	64	1:40
Средние	по пояс	С92	92	1:56
	по бедра или по колени	С128	128	1:80
Общие	в рост	О184	184	1:112
	в 1,5 роста	О256	256	1:160
Дальние	в 2 роста	1/2	360	1:225
	в 3 роста	1/3	500	1:360

3. Высота картинной плоскости в указанном ряду типовых планов возрастает в $\sqrt{2} = 1{,}41$ раза. Поэтому при переходе от крупных планов к средним и от средних к общим происходит двукратное уменьшение масштаба изображения ($\sqrt{2} \cdot \sqrt{2} = 2$).

4. Определение крупности плана через высоту картинной плоскости является универсальным для различных по формату и размеру кадров в кино и на телевидении, так как оно относится к объекту съемки, а не к его изображению на пленке.

5. Понятие крупности плана и ее представление высотой картинной плоскости в сложившейся практике динамичных съемок являются ключевыми в операторской технологии. В первую очередь это касается согласованного выбора значения диафрагмы для требуемой глубины резкоизображаемого пространства и для достаточной экспозиции.

Таблица 2.6. **Типовые по крупности портретные планы, высота h и ширина B изображаемого объекта в разных форматах кадра**

Параметры	Укрупненные		Крупные		Средние			
	лица У23	головы У32	по плечи К46	по грудь К64	по пояс С92	по бедра С128	в рост О184	в 1,5 роста О256
Высота плана h, см	23	32	46	64	92	128	184	256
Фокусное раст-ние f, мм	Дистанция А, м							
18	–	0,35	0,50	0,70	1,00	1,50	2,00	3,00
25	0,35	0,50	0,70	1,00	1,50	2,00	3,00	4,00
35	0,50	0,70	1,00	1,50	2,00	3,00	4,00	6,00
50	0,70	1,00	1,50	2,00	3,00	4,00	6,00	8,00
70	1,00	1,50	2,00	3,00	4,00	6,00	8,00	11,00
Формат	Ширина картинной плоскости В, см							
1,37:1	32	44	63	88	125	175	225	350
1,66:1	38	53	76	106	152	212	304	424
1,85:1	41	60	83	118	170	237	340	474
16:9 (ТВ)	40	58	80	116	160	232	320	464
Масштаб М	1:14	1:20	1:28	1:40	1:56	1:80	1:112	1:160

6. Вследствие кашетирования по высоте нормального кадра (22x16) высота экспонируемого поля в форматах 1,66:1; 1,85:1 и 16:9 (ТВ) уменьшается соответственно в 1,21; 1,35 и 1,33 раза. Одновременно снижается четкость изображения по высоте и ширине кадра.

Четкость изображения в дальнейшем выражается количеством различимых линий — ТВЛ, отнесенных к высоте кадра (500 ТВЛ — 32 лин/мм).

7. Требование, предъявляемое к глубине резкоизображаемого пространства в равных по крупности планах одинаково для разных форматов кадра. Например, при съемке крупного плана К64 (по грудь) при диафрагме F4 глубина резкоизображаемого пространства L всегда равняется 40 см.

Значение диафрагмы — универсальный параметр

1. При увеличении значения диафрагмы уменьшается геометрическое отверстие объектива и соответственно уменьшается диаметр проходящего пучка света. Вследствие этого уменьшается не только освещенность кинопленки, но и оптические аберрации. В результате возрастают четкость изображения в плоскости фокусировки и глубина резкоизображаемого пространства.

Значение диафрагмы поэтому оказывается универсальным параметром регулирования экспозиции, глубины резкоизображаемого пространства и четкости изображения в плоскости фокусировки.

2. Значение диафрагмы F выражается «диафрагменными числами». Наиболее часто применяются два ряда диафрагменных чисел:

F: 1,4; 2; 2,8; 4; 5,6; 8; 11; 16; 22;
F: 1,6; 2,3; 3,2; 4,5; 6,3; 9; 12; 18; 25.

Реже применяются числа из третьего ряда:

F: 1,3; 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20.

Различие в экспозиции между рядами составляет 1/3 деления диафрагмы, а в каждом ряду изменение экспозиции 2-кратное.

Глубина резкоизображаемого пространства

1. Одной из важнейших технологических операций является точная наводка на резкость или фокусировка.

2. Наиболее точным остается традиционный метод фокусировки по измеренным дистанциям. Однако такой метод трудно осуществим при съемке с движением камеры.

При малой освещенности затруднения наводки на резкость обусловлены весьма малой глубиной резкоизображаемого пространства и снижением четкости в плоскости фокусировки, неизбежной при пониженных значениях диафрагмы.

3. Традиционные таблицы значений границ резкоизображаемого пространства составлены для каждого фокусного расстояния в отдельности, поэтому непригодны при съемках трансфокаторами.

Чтобы избежать указанных затруднений в данном справочнике предлагаются принципиально новые таблицы значений глубины резкоизображаемого пространства.

Глубина резкоизображаемого пространства в типовых портретных планах зависит только от одного параметра — значения диафрагмы F.

4. В табл. 2.7, в других подобных таблицах указаны значения глубины резкоизображаемого пространства, позволяющие оперативно, по памяти согласовывать экспозиционные и резкостные требования, ориентируясь на возможные значения диафрагмы и на заданную крупность плана. Например, для крупного плана К64 (по грудь) при F4 глубина резкоизображаемого пространства L = 40 см.

Таблица 2.7. **Глубина резкоизображаемого пространства L (см) в типовых по крупности планах в зависимости от значений диафрагмы**

Диафрагма F	Укрупненные		Крупные		Средние		Общие	
	лица У23	головы У32	по плечи К46	по грудь К64	по пояс С92	по бедра С128	в рост О184	в 1,5 роста О256
8–9	11	23	46	90	180[1]	360[1]	700[1]	1400[1]
5,6–6,3	8	16	32	64	128	300[1]	500[1]	1000[1]
4–4,5	6	12	23	46	96	180[1]	360[1]	700[1]
2,8–3,2	4	8	16	32	64	128	250[1]	500[1]
2–2,3	3	6	12	23	46	96	180[1]	360[1]
1,4–1,6	2	4	8	16	32	64	128	250[1]
1,3	1,5	3	6	13	26	50	100	200[1]
Масштаб М	1:14	1:20	1:28	1:40	1:56	1:80	1:112	1:160

[1] Глубина резкоизображаемого пространства, при которой дальняя граница значительно смещается вглубь, допуская большее перемещение изображаемого персонажа без заметного ухудшения четкости изображения.

Глубина резкоизображаемого пространства определяется по диаметру кружка допустимой нерезкости Z, равного 0,2% высоты кадра. Такой критерий соответствует четкости изображения 500 ТВЛ. В нормальном кадре (22x16 мм) диаметр кружка допустимой нерезкости составляет 0,032 мм.

Характеристика глубины в типовых планах

1. Проведенная в табл. 2.7 средняя линия отделяет «приемлемые» по глубине L значения диафрагмы F(2,8–3,2) от «критических» значений диафрагмы F(2–2,3), при которых глубина резкоизображаемого пространства в укрупненных планах едва охватывает разноудаленные детали лица и головы.

Например, при съемке крупного плана К46 (по плечи) при F2,3 глубина L = 12 см, а при съемке укрупненного изображения лица У23 глубина L = 3 см оказывается меньше расстояния между деталями лица.

2. Благодаря прямой связи между глубиной L и крупностью плана h создается устойчивое представление о требованиях к глубине резкости изображаемого пространства как некоторой части изображаемого объекта. Например, для крупного плана К64 (по грудь) значение диафрагмы F6,3 вполне достаточно, т. к. оно обеспечивает глубину L = 64 см, равную высоте картинной плоскости h = 0,64 см. При F3,2 глубина L = 32 см — равняется половине высоты объекта.

Совокупность регулируемых параметров киносъемки

1. К параметрам киносъемки относятся количественные показатели измеряемых и регулируемых величин. Экспозиционные параметры — освещенность E и значение диафрагмы F. Композиционные параметры — фокусное расстояние f, дистанция A, высота картинной плоскости h и значение диафрагмы F. Динамическими параметрами являются: частота съемки, скорость движения объекта и камеры V; продолжительность и угловая скорость панорамирования, а также угол открытия обтюратора, поскольку его изменение влияет на четкость изображения именно при съемке с движением камеры.

2. Важнейшими характеристиками качества изображения являются: четкость изображения, глубина резкоизображаемого пространства L и длина фотографического смаза C, которая возрастает с увеличением скорости поворота или движения кинокамеры.

3. Четкость изображения в плоскости фокусировки, на границах резкоизображаемого пространства, а также по направлению смаза выражается количеством телевизионных линий (ТВЛ). Для 35-мм кинокадра соотношения четкости и разрешающей способности таковы:

500 ТВЛ — 32 лин/мм, 350 ТВЛ — 24 лин/мм, 250 ТВЛ — 16 лин/мм.

4. Улучшение четкости изображения в общих планах, а также расширение глубины резкоизображаемого пространства для многоплановых кадров и для съемки с движением ограничиваются экспозиционно требуемым значением диафрагмы.

Таблица 2.8. **Экспозиционная таблица для типовых кинопленок**
(значения диафрагмы F, необходимые для нормальной экспозиции)

Яркость по 18%-му эталону		E, лк	Светочувствительность[1]						
кд/м² (нит)	EV(EI100)		500 (28)	400 (27)	250 (25)	200 (24)	125 (22)	100 (21)	64 (19)
16	7	270	3,2	2,8	2,3	2	1,6	1,4	1,3
31	8	540	4,5	4	3,2	2,8	2,3	2	1,6
62	9	1 078	6,3	5,6	4,5	4	3,2	2,8	2,3
132	10	2 150	9*	8*	6,3	5,6	4,5	4	3,2
246	11	4 300	12*	11*	9*	8*	6,3	5,6	4,5
500	12	8 600	18*	16*	12*	11*	9*	8*	6,3
1000	13	17 200	+ND3 (90°)[2]		18*	16*	12*	11*	9*
2000	14	35 000	+ND6 (45°)		+ND3 (90°)		18*	16*	12*
4000	15	70 000	+ND9 (22°)		+ND3 (45°)		+ND3 (90°)		18*

[1] Значения светочувствительности даны в единицах EI и ниже, в скобках, в единицах ДИН.
[2] В скобках указано возможное уменьшение угла открытия обтюратора или увеличение оптической плотности фильтра ND после значений диафрагмы F18 и F16, хотя их применение возможно и с меньшим значением F*.

Разноплановые монтажные кинокадры

1. Современная киносъемка часто осуществляется движущейся кинокамерой и во многих ситуациях с непрерывным изменением фокусного расстояния объектива. Тем не менее планирование съемок и их проведение осуществляется в соответствии со сценарием или намеченным планом, предусматривающим раскадровку снимаемого эпизода на ряд различных по крупности планов.

2. *Раскадровка* предусматривает выбор съемочных точек, ракурса, пути движения кинокамеры, изобразительно необходимого фокусного расстояния объектива и скорости движения камеры. Дистанция фокусировки для достижения требуемой крупности плана уточняется в процессе съемки.

3. Одновременно с выбором точек съемки и пути движения кинокамеры намечается изобразительно требуемое освещение, в том числе его распределение по глубине сцены. От этого распределения во многом зависит глубина резкоизображаемого пространства. Например, усиление освещенности позволяет проводить съемки трехплановых кинокадров, а ее уменьшение ограничивает съемку одноплановыми кинокадрами.

4. *Одноплановыми* являются кинокадры, в которых глубина резкоизображаемого пространства охватывает только тот персонаж, по которому осуществляется «наводка на резкость».

5. *Трехплановыми* являются кинокадры, в которых достаточно четко одновременно изображаются разноудаленные персонажи с 2-кратной разницей в масштабе их изображения.

6. Изобразительно точная фокусировка является важнейшим критерием высококачественной съемки. Существует два метода фокусировки:

- *Измерительный метод* — основан на измерении дистанции A с последующим определением границ глубины резкоизображаемого пространства ($A_д$, $A_п$) по соответствующим таблицам. Применяется в студийных съемках художественых фильмов и является необходимым при съемках с пониженной освещенностью.
- *Визуальный метод* — основан на фокусировке видимого в окуляре изображения по выбранной дистанции или по заданной крупности портретного плана. Применяется при съемках с движением в кадре (масштабирование и движение камеры) и с глубоким внутрикадровым монтажом. В условиях достаточно высокой освещенности позволяет при значениях диафрагмы F4 и более осуществлять съемку разноплановых и движущихся кадров без какой-либо текущей перефокусировки (с отслеживанием лишь крупности заднего плана).

Съемка по заданной крупности плана

1. Вследствие применения высокочувствительных кинопленок и светосильных объективов появилась возможность осуществлять довольно удовлетворительную фокусировку по визуальной оценке четкости изображения.

2. Для оптимизации киносъемки при динамичном изменении съемочных параметров в справочнике представлены таблицы, выражающие глубину резкоизображаемого пространства для заданной крупности плана в зависимости от одного параметра — значения диафрагмы F.

3. В табл. 2.9 представлены данные о глубине резкоизображаемого пространства L в зависимости от единого значения диафрагмы для всего ряда портретных изображений.

4. Преимущество таких таблиц в том, что они пригодны для визуального контроля глубины L по крупности плана.

В крупном плане К64 (по грудь) при диафрагме F4 глубина резкоизображаемого пространства L = 40 см, а при F2 — L = 20 см. В более крупном плане К46 эти значения в два раза меньше. В менее крупных планах — С92 и С128 — эти значения соответственно в два и четыре раза больше.

5. Достаточно удерживать сюжетно-важные персонажы в пределах 1,5-кратного изменения масштаба крупности плана (на одну ступень), чтобы при F4–5,6 получить достаточно четкое изображение даже в трехплановых кадрах с 2-кратным изменением крупности плана.

6. Представленные значения глубины L позволяют выбрать единое значение диафрагмы для всех монтажных планов одного эпизода, в том числе и тех, которые снимаются с движением кадра.

Таблица 2.9. **Параметры съемки типовых по крупности планов**
(с заданным значением диафрагмы F, дистанции A, фокусного расстояния f)

Параметры	Укрупненные		Крупные		Средние		Общие
	лица У23	головы У32	по плечи К46	по грудь К64	по пояс С92	по бедра С128	в рост О184
Диафрагма F	Глубина резкоизображаемого пространства L, см						
2	2,5	5	10	20	40	80	160*
2,8	3,5	7	14	28	56	120	240*
4	5	10	20	40	80	160*	320*
5,6	7	14	28	56	120	240*	500*
8	10	20	40	80	160*	320*	640*
Дистанция A, м	Требуемое фокусное расстояние f, мм						
0,5	35	25	18	12	–	–	–
0,7	50	30	25	18	12	–	–
1,0	70	50	35	25	18	12	–
1,4	100	70	50	35	25	18	12
2,0	150	100	70	50	35	25	18

Пример 1. Если дистанция А до первопланового персонажа равна 2 м, то трансфокатором f(18–70) укрупненно могут быть сняты все более удаленные персонажи с крупностью их изображения от крупного плана К46 (по плечи) до общего плана О184 (в рост).

Пример 2. При съемке с движением объективом нормального фокусного расстояния f35 могут быть сняты все планы от О184 до К46 наездом камеры с дистанции А от 6 до 1 м. При значении диафрагмы F4 глубина резкоизображаемого пространства L изменяется от 20 до 320 см, что можно считать приемлемым для одновременной съемки всех персонажей с разницей в масштабе изображения в 4 раза (О184:К46).

Изобразительные средства киносъемки

1. К основным изобразительным средствам киносъемки относятся: кадрирование, панорамирование, масштабирование, укрупнение движением камеры, изменение частоты киносъемки.

Кадрирование — выбор сюжетно необходимых крупности плана и ракурса по ходу изображаемого действия.

Ракурс — выбор сюжетно необходимого «взгляда камеры» (с верхней или нижней точки зрения).

Масштабирование — это изменение крупности плана во время съемки увеличением или уменьшением фокусного расстояния. Увеличением фокусного расстояния воспроизводится эффект «внимательного взгляда» на удаленные персонажы, а короткофокусные объективы воспроизводят широкоугольный обзор (табл. 2.10).

2. *Укрупнение* «наездом» камеры имитирует фактическое приближение одного персонажа к другому или автора к персонажу.

3. *Панорамирование* (горизонтальное и вертикальное) — как правило, это «следящее панорамирование» — перемещение «взгляда камеры» вслед за сюжетно-важным персонажем или каким-либо объектом. Нередко применяется «обзорное панорамирование».

Панорамирование является составной частью кадрирования, масштабирования и укрупнения, осуществляемого движением камеры.

4. К специфическим кинематографическим приемам относится расстановка движением камеры и остановками кадра пространственно-временных акцентов — «контрапунктов». Их цель — своевременно сосредоточить внимание зрителя в сюжетно важный момент на тех или иных персонажах, их действиях. Динамичные акценты создаются замедлением и полной остановкой панорамирования и масштабирования со сменой крупности изображения.

Таблица 2.10. **Параметры съемки типовых по крупности планов**

Параметры	Крупность портретных планов h, см								
Объективы	Короткофокусные[1]		Нормальные[2]		Длиннофокусные				
Фокусное расстояние f, мм	18	25	35	50	70	100	140	200	280
Горизонтальный угол, °	60	50	35	27	18	12,5	9	6,3	4,5
Дистанция А, м									
0,35	К64	К46	У32	У23	–	–	–	–	–
0,50	С92	К64	К46	У32	У23	–	–	–	–
0,70	С128	С92	К64	К46	У32	У23	–	–	–
1,0	О184	С128	С92	К64	К46	У32	У23	–	–
1,5	О256	О184	С128	С92	К64	К46	У32	У23	–
2	1/2	О256	О184	С128	С92	К64	К46	У32	У23
3	1/3	1/2	О256	О184	С128	С92	К64	К46	У32
4	1/4	1/3	1/2	О256	О184	С128	С92	К64	К46
Коэффициент нелинейных геометрических искажений, %	20	10	0	0	0	0	0	0	0
Коэфф. усиления перспективы	2,0	1,5	1,0	–	–	–	–	–	–
Коэфф. ослабления перспективы	–	–	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0

[1] Широкий угол.
[2] Нормальный угол.

5. Нормальным считается фокусное расстояние f35, т. к. оно соответствует 35°-му углу «ясного цветного зрения», привычному в дневных условиях. Уменьшение фокусного расстояния увеличивает перспективные соотношения и удаленность персонажей вглубь кадра (см. табл. 3.7).

6. Коэффициент ослабления перспективы увеличивается вместе с увеличением фокусного расстояния. *Благодаря этому в многоплановых кадрах удается сближать по крупности изображения разноудаленные персонажи.*

7. *Коэффициент нелинейных геометрических искажений* — показатель съемки, свойственный короткофокусным объективам, характеризует искажения перспективных соотношений, которые проявляются в виде преувеличенного изображения деталей, наиболее близких к центру объектива, а при ракурсной съемке — к верхней или нижней рамке кадра (табл. 2.10 и 3.8).

Ракурсная съемка портретных планов

1. *Ракурс* — изобразительный прием, выполняемый изменением вертикального направления съемки. Изменение направления съемки по вертикали приводит к преувеличенному перспективному сокращению размера деталей в верхней или в нижней частях кадра. (Ракурс — буквально означает «сокращение»).

2. Ракурсной съемкой имитируется «взгляд сверху» или «взгляд снизу». При съемке «снизу» сокращенными получаются детали в верхней части кадра, а при съемке «сверху» — в нижней части кадра.

3. *Безракурсной* называется съемка, проводимая в горизонтальном направлении, ею имитируется «нормальный взгляд» стоящего или сидящего человека (например, съемка с плеча стоящего в полный рост оператора). Если безракурсная съемка проводится при нормальном фокусном расстоянии f(35–40), то ракурсные сокращения можно считать нормальными, поскольку они привычны. В табл. 2.11 эти ракурсные сокращения обозначены с использованием буквы N.

4. Коэффициент ракурсного сокращения определяется отношением $A_в/A_н$ (%) — расстояния от объектива до верхней или нижней границы кадра. Для зрительной оценки проводимых сокращений соответствующими значениями и ($A_в/A_н$) следует сравнивать с нормальными значениями (N%) для той же крупности плана.

5. При съемке короткофокусным объективом сокращение деталей в нижней части кадра оказывается в 2 раза большим, чем при съемке нормальным объективом (12% вместо 7N%). Поэтому в общих планах длина ног кажется уменьшенной, а в крупных планах заметно преувеличенными получаются детали в верхней части кадра (табл. 2.11).

При съемке с нижней точки, например, при съемке с колен, возникают противоположные изменения — увеличиваются детали не у верхней, а у нижней рамки кадра ($A_н/A_в$).

6. Характерно, что при съемке с нижней точки ракурсные изменения в общих планах весьма малы по абсолютным значениям (как при безракурсной съемке). Это с успехом используется в изобразительных целях. Например, при съемке с колен преувеличенной изображается длина ног. Если съемки проводятся объективами с нормальным или увеличенным фокусным расстоянием, то увеличенная длина ног воспринимается естественной, присущей самому персонажу.

Таблица 2.11. **Ракурсные соотношения $A_в/A_н$ (%) в портретных планах**

Вид ракурса	Фокусное расстояние f, мм	Крупные		Средние		Общие
		по плечи K46	по грудь K64	по пояс C92	по бедра C128	в рост O184
Безракурсная съемка с уровня глаз. Уменьшение размеров к нижней рамке кадра заметны лишь при съемке короткофокусными объективами	18	0	6	12	15	19
	25	0	4	7	10	12
	35	0N	2N	5N	6N	7N
	50	0	1	3	4	5
Верхний ракурс – камера на 40 см выше уровня глаз. Сильно преувеличенными получаются детали у верхней рамки кадра, а уменьшенными в нижней части	18	54	50	47	43	40
	25	33	28	25	22	23
	35	18	15	14	12	12
	50	9	8	7	7	6
Нижний ракурс – съемка с колен (92 см от пола). Сильно уменьшенными получаются детали в крупных планах у верхней рамки кадра. Для общих планов характерно безракурсное изображение длины ног	18	–65	–54	–53	–35	–14
	25	–51	–36	–31	–19	–9
	35	–39	–23	–17	–10	–4
	50	–22	–13	–8	–5	–2

Пример. Если снимать балетные номера с *верхним* ракурсом, то ноги танцующих получатся укороченными. Если балетные номера снимать с *нижним* ракурсом короткофокусными объективами, то ноги получатся удлиненными и утолщенными, особенно в коленях. Если съемку проводить длиннофокусными объективами с нижним горизонтальным ракурсом, то ноги изображаются удлиненными без заметных искажений.

При ракурсной съемке для получения четкого изображения в верхней и нижней частях кадра требуется повышение значения диафрагмы пропорционально указанным значениям ($A_н/A_в$). Например для F4:

$A_н/A_в$, %	65	55	50	45	40	35	30	25	20	10	0
F	6,6	6,2	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,8	4,1	4

Киносъемка с пониженными значениями диафрагмы

1. В условиях слабой освещенности приходится проводить съемки с пониженными значениями диафрагмы, меньше F2,8. При этом приходится примириться с неизбежным уменьшением четкости изображения в общих планах. Кроме того, происходит критическое снижение глубины резкости в крупных планах, а также возрастает опасность неточной фокусировки.

2. В табл. 2.12 показаны значения дальней и передней половины глубины резкоизображаемого пространства. В сумме они представляют полную глубину L, а в отдельности характеризуют допуски на отклонения от плоскости фокусировки.

3. При съемке средних по крупности планов, когда наиболее вероятны случайные движения и перемещения персонажей, дальняя половина глубины резкоизображаемого пространства ($+L_д$) оказывается в 2–3 раза больше передней половины ($-L_п$). Поэтому при снижении значения диафрагмы следует в большей мере опасаться приближения персонажей к камере, чем удаления от нее.

При значениях диафрагмы больше F2,8 возможны перемещения в глубину кадра до 80 см без заметного изменения четкости изображения.

Таблица 2.12. **Дальняя $+L_д$ (см) и передняя $-L_п$ (см) половины глубины резкоизображаемого пространства (допуски на неточность фокусировкн)**

Параметры	Крупные		Средние		Примечание
	по плечи К46	по грудь К64	по пояс С92	по бедра С128	
Фокусное расстояние f, мм	Дистанция А, м				
25	7	1	1,4	2	
35	1	1,4	2	3	
50	1,4	2	3	4	
Диафрагма F 2	+5	+10	+27	+60	в глубину
	–5	–10	–13	–20	к камере
2,8	+7	+14	+38	+80	в глубину
	–7	–14	–18	–32	к камере
4	+10	+20	+54	+120	в глубину
	–10	–20	–26	–40	к камере

Киносъемка с резкостными акцентами

Представленные в табл. 2.12 данные пригодны для планирования съемки с резкостными акцентами на сюжетно важных персонажах.

Например, для заметного отделения изображения персонажа первого плана, снимаемого средним планом С128 (по бедра), от персонажа, удаленного на 1 м, требуется проводить съемку с диафрагмой F2,8. Тогда дальняя граница $L_д$, на которой четкость будет в 1,5 раза меньше, окажется на расстоянии 80 см.

Правила съемки монтажных кадров

1. В публикациях по монтажу предлагаются практические рекомендации, многие из которых стали правилами профессиональных съемок. Эти рекомендации претерпели значительные изменения вследствие перехода от немого кинематографа к звуковому, а затем и к динамической съемке движущейся камерой.

2. С появлением звукового кино на смену коротким монтажным планам пришли длинные монтажные кадры, содержащие разномасштабные планы. В художественном кинематографе стал преобладающим внутрикадровый монтаж, с изменением крупности плана приближением и удалением сюжетно-важных персонажей по отношению к камере.

3. Вместе с тем во всех видах съемок сохраняются (по мере необходимости) короткие планы и приемы межкадрового, «рубленого» монтажа.

Одно требование остается неизменным — подразделение снимаемых планов в каждом монтажном кадре по крупности портретного изображения.

Ниже приведены основные правила съемки монтажных кадров.

Первое правило. Съемку следует проводить комплексно, сюжет раскрывать постепенно, начинать с общего плана, переходя далее к сюжетно-важным парным композициям и к одноплановым портретным кадрам. Вместе с тем последовательность монтажа разномасштабных планов может изменяться в соответствии с сюжетом и его трактовкой (например, сюжет может начинаться с укрупненного изображения детали).

Второе правило. Смена крупности изображения в соседних монтажных кадрах должна быть зрительно заметной и соответствовать сюжетному изменению «точки зрения». Для повествовательного ритма изменение масштаба должно быть не менее чем в 1,4 раза т. е. на одну ступень крупности плана. Например, достаточен будет переход от среднего С92 (по пояс) к крупному К64 (по грудь). Больший масштабный переход, например, через план, естественен для смены линии взаимодействия сюжетно-важных персонажей.

Третье правило. Следует сохранять впечатление неизменности расположения персонажей в соседних монтажных кадрах. Для этого следует мысленно представить линии взаимодействия и изобразительно поддержать их четким изображением обоих персонажей (табл. 2.11). При этом (что наиболее важно) точки съемки должны располагаться только по одну сторону от линии взаимодействия.

Четвертое правило. Следует сохранять неизменным представление зрителя о расположении персонажей в многофигурной композиции. Для этого рекомендуется сначала наметить сюжетно-важные линии взаимодействия между разноудаленными персонажами, а затем распределить их от двух до трех линий в каждой паре монтажных кадров.

Такая рекомендация основана на обнаруженной психологами закономерности, согласно которой человек не может проследить одновременно за семью и более взаимодействующими элементами (с разбросом в два

элемента). Превышение этого количества порождает ощущение хаоса, меньшее количество взаимодействующих элементов лишает зрителя осознанного восприятия изображаемого действия.

4. Существует несколько изобразительных приемов:
   - при смене крупности изображения рекомендуется хотя бы частично смещать точку или направление съемки;
   - при смене направления съемки рекомендуется сохранять элементы фона в соседних кадрах и продолжать фазы движения.

5. Следующие рекомендации касаются съемок с движением.
   - Снимая движущейся камерой, следует делать остановки в конце панорамирования, масштабирования и наезда, расставляя тем самым изобразительные акценты и создавая пространственно-временные контрапункты. Если по каким-либо причинам не удается снять панораму или наезд с ускорением в начале съемки и с замедлением в конце, то следует снять соответствующие статичные кадры.
   - Вместе с тем для усиления эффекта увеличения скорости можно снять ряд фрагментов с постоянно увеличивающейся длиной смаза в 1,2–1,4 раза.
   - Сохраняйте заданный сюжетом ритм и темп. Сохранение ритма предусматривает регулярную смену различных по крупности планов, их длительности и линий взаимодействия, а сохранение темпа зависит от умения оператора включатся в изображаемое действие, что особенно важно при съемке спортивных и документальных фильмов.

7. Применение правил монтажа уже снятых монтажных кадров относится к мастерству режиссуры.

Глубина резкости в парных композициях

1. Одним из важнейших правил съемки монтажных кадров является правило, предусматривающее четкое изображение взаимодействия сюжетно-важных персонажей, путем изображения обмена взглядами по мысленно проводимой линии взаимодействия. В табл. 2.13 указано допустимое расстояние между двумя персонажами D, находящимися на границах резкоизображаемого пространства L.

2. Максимально допустимое расстояние D между двумя персонажами указано для трех наиболее часто снимаемых парных композиций: К64–С92; С92–С128; С128–О184. Четкость граничных планов — 350 ТВЛ.

Таблица 2.13. **Максимально допустимое расстояние D (см) между персонажами в четко изображаемых парных композициях**

Диафрагма F	Глубина L, см Расстояние D, см	Парные композиции		
		К64–С92	С92–С128	С128–О184
2,8	L	28–56	56–112	120–250
	D	42	84	180
4	L	40–80	80–160	160–320
	D	60	120	240
5,6	L	56–112	120–250	250–500
	D	84	180	400

3. Главный вывод — значение диафрагмы F5,6 обеспечивает достаточно большую глубину резкоизображаемого пространства D для съемки всех трех парных композиций начиная с крупных планов. При значении диафрагмы F4 достаточно четко могут быть изображены парные композиции начиная со средних планов.

Для четкого изображения парных композиций при съемке с движением требуется повышать значение диафрагмы F до 5,6–8, чтобы обеспечить глубину резкоизображаемого пространства для трехплановых кадров.

Съемка с единым значением диафрагмы

1. Значение диафрагмы F приходится устанавливать компромиссно: уменьшая его при снижении освещенности и увеличивая по сюжетной потребности более четкого изображения в общих планах и расширения глубины резкоизображаемого пространства.

2. Представленные в табл. 2.9 данные о глубине L для ряда типовых по крупности планов позволяют оценить возможность четкой съемки каждого персонажа без «отслеживания» фокусировки при его внутрикадровом перемещении.

3. Согласно представленным данным оптимальным для одно- и двухплановых кадров можно считать значение диафрагмы F6,3, поскольку оно обеспечивает в крупном плане К64 глубину $L_o = 64$ см, равную высоте этого портретного изображения ($h = 64$ см). В средних и общих планах глубина L возрастает таким образом, что возможность перемещения персонажей увеличивается быстрее, чем высота картинной плоскости.

4. При съемке парных композиций при меньших значениях диафрагмы (F5,6 и F4) приходится вносить ограничения, связанные с разноудаленностью сюжетно-важных персонажей. Представленные в табл. 2.13 данные относятся к съемке парных композиций в ряду монтажных кадров, снимаемых с единым значением диафрагмы.

5. При съемке с движением камеры для многоплановых кадров ввести ограничения на разноудаленность сюжетно-важных персонажей практически невозможно. Поэтому значения диафрагмы должны повышаться до F5,6–8, как показано в табл. 2.14–2.17.

Многоплановая съемка с движением камеры

1. При съемке динамичных монтажных кадров с движением камеры требуется повышенное значение диафрагмы, которое должно обеспечивать достаточную глубину резкоизображаемого пространства на случай непредвиденного смещения персонажа от плоскости фокусировки (табл. 2.14).

Таблица 2.14. **Варианты съемок двух-, трех- и четырехплановых кадров с фокусировкой объектива по крупному плану К64 (по грудь) или по среднему плану С92 (по пояс)**

Варианты изображения разноудаленных персонажей в многоплановых кадрах[1]	Фокусное расстояние f, мм	Четкость изображения на пограничных планах (ТВЛ) в зависимости от значений f и F	
	25	500	700
	35	350	500
	50	250	350
	Дистация[2] А, м	Диафрагма F	
(К46)[К64*С92]	1,0	5,6	8
(К46)[К64*С92–С128]	1,4	8	11
(К46)[К64*С92–С128–О184]	2,0	11	16
(К64)[С92*С128]	1,4	4	5,6
(К64)[С92*С128–О184]	2,0	5,6	8
(К64)[С92*С128–О184–О256]	2,8	8	11

[1] Здесь и далее звездочкой обозначены планы (или дистанция) по которым производится фокусировка.
[2] Дистанция фокусировки А для выбранного f.

Пример 1. При съемке с диафрагмой F5,6 и при фокусировке по крупному плану К64 объективом f35 можно снять двухплановый кадр (К46)[К64*С92] с четкостью изображения на границе 350 ТВЛ. При этом допускается 30%-е смещение персонажа на крупный план К46 — до передней границы резкости.

Пример 2. При фокусировке по среднему плану С92 (по пояс), с диафрагмой F5,6, объективом f35 можно снять трехплановый кадр (К64)[С92*С128–О184] с четкостью на границе 350 ТВЛ и резкий план К64 на передней границе резкости.

Съемка трехплановых кадров с движением камеры

1. Для мобильных павильонных киносъемок созданы малодистанционные трансфокаторы с двух- и трехкратным изменением масштаба изображения во время съемок с движением камеры.

2. Наиболее удобны для съемок с движением камеры и одновременным укрупнением изображения трехплановые кадры, при которых благодаря повышенному значению диафрагмы удается получить (во всех трех планах) высокую четкость изображения (500–350 ТВЛ).

3. Особенность съемки заключается в том, что фокусировка объектива проводится заранее на наиболее вероятную крупность изображения персонажа первого плана (С92*; С128* или С184*). Во время съемки никакого изменения фокусировки не проводится — осуществляется только слежение камерой за тем, чтобы сюжетно-важные персонажи не выходили за границы заданной крупности трехплановых кадров: (К64)[С92–О184]; (С92)[С128–О256]; (С128)[О184–h1/2].

4. В зависимости от фокусного расстояния, используемого для фокусировки на дистанцию А*, трехплановые кадры подразделяют на три вида: нормальные (при f35), широкоугольные (при f25), длиннофокусные (при f50).

Таблица 2.15. **Нормальные трехплановые кадры**
(Съемка осуществляется объективом f35 или трансфокатором f(50–35–18))

Дистанция фокусировки А* (м) при f35	Расстояние до персонажей от камеры, м						Диафрагма F для четкости, ТВЛ	
	1,0	1,4	2,0	3,0	4,0	6,0	350	500
1,4	(К64)[С92*С128–О184]						8	11
2,0	(С92)[С128*О184–О256]						5,6	8
3,0	(С128)[О184*О256–h1/2]						4	5,6

Пример. При значении диафрагмы F8 и фокусировке объектива f35 на дистанцию А* = 2,0 м в трехплановом кадре [С128*О184÷О256] все персонажи будут четко изображены (500 ТВЛ) при любых внутрикадровых перемещениях.

5. Достаточно четкими оказываются крупноплановые изображения (К64) на передней границе резкоизображаемого пространства.

Возникает 1,5-кратное укрупнение всех персонажей при увеличение фокусного расстояния трансфокатора.

Для нормальных трехплановых кадров характерны привычные изображения перспективных соотношений и привычная скорость смещения фоновых объектов относительно персонажей первого плана.

Разномасштабные трехплановые кадры

1. Широкоугольные трехплановые кадры отличаются от нормальных кадров количеством перспективных соотношений.

Таблица 2.16. **Широкоугольные трехплановые кадры**
(Съемка осуществляется объективом f25 или трансфокатором f(50-35-18))

Дистанция фокусировки А* (м) при f25	Расстояние до персонажей от камеры, м						Диафрагма F для четкости, ТВЛ	
	1,0	1,4	2,0	3,0	4,0	6,0	350	500
1,4	(К64)[С92*С128–О184]						8	11
2,0	(С92)[С128*О184–О256]						5,6	8
3,0	(С128)[О184*О256–h1/2]						4	5,6

Таблица 2.17. **Длиннофокусные трехплановые кадры**
(Съемка осуществляется объективом f50 или трансфокатором f(70-50-25))

Дистанция фокусировки А* (м) при f50	Расстояние до персонажей от камеры, м						Диафрагма F для четкости, ТВЛ	
	1,4	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	350	500
2,0	(С92)[С128*О184–О256]						8	11
3,0	(С128)[О184*О256–h1/2]						5,6	8
4,0	(О184)[О256*h1/2–h1/3]						4	5,6

2. Длиннофокусные трехплановые кадры получаются при фокусировке по персонажу первого плана объективом с фокусным расстоянием f50. Эти кадры создают эффект сближения разноудаленных персонажей. Кроме того, они создают эффект ускоренного перемещения фоновых деталей по горизонтали кадра и эффект замедленного перемещения персонажей в глубину кадра.

3. В процессе съемки возможно 1,5-кратное укрупнение изображения наездом камеры или трансфокатором. При этом четкость на границах укрупненного изображения снижается до 200–175 ТВЛ.

Киносъемка всего эпизода длиннофокусными трехплановыми кадрами позволяет создавать ощущение сближения персонажей в групповых сценах.

Пример. При F5,6 может быть снят трехплановый кадр:
(С128)[О184* О256–h1/2] с четкостью граничных планов 350 ТВЛ.

Ракурсные съемки с укрупнением изображения

1. При ракурсных съемках на сценических и спортивных площадках для четкого изображения всех персонажей, перемещающихся по площадке, требуется повышенное диафрагмирование, обеспечивающее глубину резкоизображаемого пространства во всей глубине площадки. В частности, требуется, чтобы «резервная глубина» от центра площадки до дальней границы $L_д$ была не меньше дистанции от камеры до центра.

2. Указанные в табл. 2.18 параметры обеспечивают при любом панорамировании четкую съемку по всей глубине площадки без изменения первоначальной фокусировки, сделанной по ее центру. На границах глубины резкоизображаемого пространства ($A_п$ и $A_д$) при указанных значениях диафрагмы F достигается весьма высокая четкость изображения 500 ТВЛ (32 лин/мм). Эта четкость сохраняется как при горизонтальном, так и при вертикальном панорамировании. При одновременном укрупнении изображения в 1,5 раза четкость на границах снижается до вполне приемлемого значения 350 ТВЛ (25 лин/мм).

3. Исходными данными являются дистанция до центра площадки A и заданная крупность изображения h в этом центре. Искомыми параметрами являются фокусное расстояние f, требуемое для заданной крупности плана, а также значения диафрагмы F, требуемые для достижения четкости не менее 500 ТВЛ.

4. В табл. 2.18 указано значение ширины резкоизображаемого пространства $B_д$ на дальней его границе. При уменьшении фокусного расстояния ширина поля увеличивается. Одновременно уменьшается крупность изображения. Вместе с тем четкость изображения сохраняется при 2-кратном уменьшении масштаба на уровне, достигнутом при первоначальной фокусировке по центру.

5. **Пример.** Заданы дистанция до центра A = 32 м и крупность изображения персонажа в центре O256 (в 1,5 роста). Для фокусировки по центру фокусное расстояние объектива должно равняться f200. Четкость на границах при F14 — 350 ТВЛ. При F16 вследствие увеличения фокусного расстояния четкость снижается до 200 ТВЛ.

При увеличении фокусного расстояния в 1,5 раза (f200•1,5 = 300 мм) четкость в центре останется вполне удовлетворительной (350 ТВЛ), но на дальней границе она снизится до 250–175 ТВЛ (до уровня бытового магнитофона).

6. Представленные в табл. 2.18 данные позволяют выбирать параметры съемки в любых комбинациях, например, задавая крупность изображения не в центре, а на дальнем или переднем крае площадки, или же ориентироваться на ширину плана $B_д$.

Таблица 2.18. **Варианты ракурсной съемки на сценических и спортивных площадках без изменения фокусировки, сделанной по центру**

Крупность изображения в центре (h) и на границах $A_д$ ($h_д$) и $A_п$ ($h_п$)		h $h_д$ $h_п$	K64 C128 K46	C92 O184 K64	C128 O256 C92	O184 h1/2 C128	O256 h1/3 O184	h1/2 h1/4 O256	Ширина резкоизображаемого пространства $B_д$, м
Расстояние до центра A и краев площадки $A_д$ и $A_п$, м			Фокусное расстояние f (мм) для фокусировки по центру A и значение диафрагмы F для достижения четкости 350 ТВЛ на границах $A_д$ и $A_п$, (f/F)						
A	$A_д$	$A_п$							
2	4	1,4	50/14	35/7	–	–	–	–	6
4	8	2,8	100/16	70/14	50/7	35/5,6	–	–	12
8	16	5,6	–	140/16	100/14	70/7	50/5,6	35/5,6	24
16	32	11	–	–	200/16	150/14	100/7	70/5,6	48
32	64	22	–	–	–	300/16	200/14	150/7	100
64	128	45	–	–	–	–	400/16	300/14	200
128	256	90	–	–	–	–	–	600/16	400

Примечание. Ракурсная съемка предусматривает пространственную развертку изображения по высоте кадра. При угле наклона от 30 до 45° все расстояния увеличиваются в 1,4 раза. Поэтому в таблице следует переходить к следующей строке, т. е. соответствующему увеличению фокусного расстояния и диафрагмы.

Данные параметры съемки обеспечивают высокую четкость изображения (350 ТВЛ) всех персонажей, перемещающихся по площадке, без изменения фокусировки, сделанной по центру площадки (или по игровому центру). Высокая четкость сохраняется при вертикальном и горизонтальном панорамировании.

Пример. При съемке с дистанции A = 32 м для крупности в центре O256 (1,5 роста) необходима фокусировка по центру объективом f200. Для четкости на границах 500 ТВЛ требуется диафрагма F10. Если снимать с диафрагмой F7, то на граничных планах h1/3 и h1/1 (O184) четкость будет вполне приемлемой — 350 ТВЛ.

При 1,5-кратном укрупнении изображения (f200•1,5 = 300 мм), четкость в центре при F10 уменьшается до 350 ТВЛ, а на границах до 250 ТВЛ.

Многоплановая съемка удаленных объектов

1. При киносъемке удаленных объектов затруднения возникают, когда одновременно с удаленными объектами требуется достаточно четко и крупно изобразить первоплановые персонажи.

2. Для определения параметров съемки (A, f, F), обеспечивающих максимально допустимую крупность портретного изображения на передней границе резкости $A_п$, предназначена табл. 2.19.

Указанные в ней значения диафрагмы F позволяют при фокусировке по удвоенному расстоянию от первопланового персонажа ($A = 2A_п$) обеспечить высокую четкость изображения (500 ТВЛ) на передней границе $A_п$ и на дальней границе в бесконечности.

Таблица 2.19. **Параметры съемки удаленных объектов**

Дистанция фокусировки A и расстояние до персонажа $A_п$, м		Фокусное расстояние f, мм				
$A_п$	A	18	25	35	50	70
		Крупность портретного изображения h на передней границе резкости $A_п$ при значениях диафрагмы[1] F (h/F)				
10	20	–	–	–	h3,7/4	O256/8
7,5	15	–	–	–	O256/5,6	O184/11
5	10	–	–	O256/4	O184/8	C128/16
3,5	7	–	O256/2,8	O184/5,6	C128/11	C92/22
2,5	5	O256/2	O184/4	C128/8	C92/16	–
1,8	3,6	O184/2,8	C128/5,6	C92/11	K64/22	–
1,2	2,5	C128/4	C92/8	K64/16	–	–
0,9	1,8	C92/5,6	K64/11	–	–	–

[1] При уменьшении F на одно деление четкость снижается от 500 до 350 ТВЛ.

Пример 1. Снимая объективом f50, на передней границе $A_п$ = 1,8 м можно получить изображение крупным планом К64 (по грудь), если фокусировку объектива проводить на дистанции A = 3,6 м. Уменьшение значения диафрагмы до F16 снижает четкость на границе до 350 ТВЛ.

Пример 2. Если на первом плане требуется изображение персонажа средним планом С128 (по бедра) и одновременно желательно получить более крупное изображение всех удаленных персонажей, то съемку следует проводить с максимальным фокусным расстоянием f70 с дистанции фокусировки A = 10 м при диафрагме F16. Еще более крупные изображения получаются при съемке с дистанции A = 15 м объективом с фокусным расстоянием f100 и диафрагмой F16 при четкости на первом плане 350 ТВЛ.

Таблица 2.20. **Варианты многоплановых съемок с максимальной крупностью портретного изображения на передней границе $A_п$**

Условия съемки	Фокусное расстояние	Диафрагма[1] F для четкости, ТВЛ		Дистанция фокусировки	Расстояние до переднего плана	Крупность переднего плана
	f, мм	500	250	A, м	$A_п$, м	
Крупное первоплановое изображение К64 (по грудь)	50	–	11	3,6	1,8	K64
	35	16	8	2,5	1,25	K64
	25	11	5,6	1,8	0,90	K64
	18	8	4	1,25	0,62	K64
Съемка трансфокатором f(25–70)	70	8	4	10	10	O256
	50	8	4	5	5	C184
	35	8	4	2,5	2,5	C128
	25	8	4	1,25	1,25	C92
Длиннофокусные объективы	100	11	5,6	28	14	O256
	70	11	5,6	14	7	C184
	50	11	5,0	7	3,5	C128
Слабая освещенность (250 ТВЛ), F1,6	18	–	1,6	3,6	1,8	O184
	25	–	1,6	5	2,5	O256
Слабая освещенность (250 ТВЛ), F2	18	–	2	2,5	1,2	C128
	25	–	2	5	2,5	O184
	35	–	2	10	5	O256

[1] Уменьшенные значения диафрагмы указаны для четкости 250 ТВЛ.

Представленные в табл. 2.19 и 2.20 данные пригодны для планирования и контроля съемок как статичных, так и динамичных кадров, например с панорамированием (табл. 2.21).

Обзорное панорамирование

1. При панорамировании в режиме «слежения за объектом» ограничений на угловую скорость поворота кинокамеры не вводится. При высокой скорости поворота камеры возникает фотографический смаз фоновых деталей. Его появление создает иллюзию повышенной скорости движения.

2. При обзорном панорамировании ставится иная задача — достаточно четко изобразить все сюжетно-важные детали и предоставить достаточное время для их рассматривания. Для этого возникающий по всему кадру смаз должен быть ограничен уменьшением угла открытия обтюратора или уменьшением крупности плана.

3. Регулирование скорости панорамирования осуществляется кинооператором интуитивно в соответствии с накопленным опытом, творческим замыслом и фактической ситуацией.

Скорость поворота камеры визуально контролируется по смещению оптического изображения относительно рамок кадра на одну, две или три ширины кадра. Исключительно важно, что такой контроль осуществляется при фактически используемом фокусном расстоянии объектива.

4. Чтобы при обзорной панораме достичь высокой четкости (500 ТВЛ) и иметь достаточно времени для рассматривания, скорость смещения изображения на одну ширину кадра должна быть не меньше 10 с, на две ширины кадра — 20 с, на три ширины кадра — 30 с.

5. Если продолжительность панорамы на одну ширину кадра уменьшить до 7 с, то четкость по направлению движения снизится до 350 ТВЛ.

Если же продолжительность панорамы на одну ширину кадра уменьшить до 5 с, то четкость по направлению движения снизится до 250 ТВЛ (как в бытовом видеомагнитофоне). Причем этого времени может оказаться недостаточно для внимательного осмотра смешающихся в кадре объектов.

Во всех случаях панораму следует начинать с неподвижного кадра и заканчивать тоже неподвижным кадром.

6. В табл. 2.21 указаны продолжительность и метраж панорамы по визуально контролируемому повороту на ширину кадра.

7. Представленные данные позволяют планировать съемку обзорной панорамы по заданной продолжительности или метражу. Например, если планируется панорама на 15 с, то поворот камеры должен быть не больше, чем на 1,5 ширины кадра. Соответственно при съемке объективом f35 четкая панорама (500 ТВЛ) возможна лишь на 45°. Если за это же время (15 с) панораму осуществлять на 90°, то четкость снизится до едва приемлемого значения 250 ТВЛ.

8. Чтобы при панораме на 90° за 15 с достичь четкости 350 ТВЛ потребуется перейти на съемку объективом f25 или при f35 уменьшить угол открытия обтюратора в 1,5 раза.

Таблица 2.21. **Рекомендуемая продолжительность панорамы**
(для четкости 500 и 350 ТВЛ по направлению движения)

Метраж панорамы, м		5	7	10	15
Поворот камеры на ширину, в кадрах		1	1,5	2	3
Продолжительность панорамы (с) для четкости (ТВЛ)	500	10	15	20	30
	350	7	10	15	20
Угол поворота камеры, °		Фокусное расстояние[1] f (мм)			
20		50	70	100	140
30		35	50	70	100
45		25	35	50	70
60		18	25	35	50
90		–	18	25	35
120		–	–	18	25
180		–	–	–	18

[1] Двукратное уменьшение угла обтюратора позволяет увеличить в два раза фокусное расстояние объектива без ухудшения четкости изображения.

Пример. При заданной продолжительности панорамы 15 с поворот камеры не должен превышать 1,5 ширины кадра. Для четкого панорамирования на угол 90° требуется объектив f18. Если проводить съемку объективом f25, то четкость снизится в 1,4 раза с 500 до 350 ТВЛ (с оптимального до приемлемого, удовлетворительного, значения). При съемке объективом f35 четкость снизится до едва приемлемого значения 250 ТВЛ. Для достижения удовлетворительной четкости при f35 угол открытия обтюратора должен быть снижен в 1,5 раза.

Панорамирование с изменением частоты съемки

1. Если на экране требуется изобразить замедленное движение, частота съемки повышается от 24 до 32–50 к/с. При этом происходит сопутствующее увеличение четкости изображения вследствие сокращения смаза от движения и вибрации камеры.

2. Повышение четкости может быть главной целью съемки с повышенной частотой, например, при съемке спортивных состязаний. Продолжительность панорамы в таких съемках определяется изображаемым действием. Данные табл. 2.22 показывают возможность значительного снижения продолжительности панорамы без ущерба для четкости изображения.

Для достижения четкости по направлению движения 350 ТВЛ продолжительность панорамы может быть уменьшена в 1,5 раза.

3. Если на экране требуется получить изображение ускоренного движения, как в старых фильмах, снятых со скоростью 16 к/с,– съемка должна проводиться с такой же частотой. Скорость и продолжительность поворота камеры для имитации требуемого эффекта должны сохраняться такимиже, как в привычной съемке.

4. В тех случаях, когда при съемке панорамы с пониженной частотой требуется получить изображение без скачкообразного изменения отдельных фаз движения и последовательных кадров, продолжительность панорамы должна увеличиваться в соответствии с данными, указанными в верхней части табл. 2.22.

Таблица 2.22. **Продолжительность обзорной панорамы (с) для получения четкости 500 ТВЛ**

Частота съемки, к/с	Поворот камеры на ширину кадра			
	1	1,5	2	3
	Продолжительность, с			
8	30	40	60	80
12	20	30	40	60
16	15	20	30	40
24/25	**10**	**15**	**20**	**30**
32	7	10	15	20
48–50	5	7	10	15

Киносъемка следящей панорамой

1. При киносъемке движущихся объектов следящей панорамой наиболее трудным оказывается удерживать устойчивое изображение движущегося объекта в рамках кадра. Устойчивость изображения в кадре снижается от увеличения скорости движения объекта и крупности его изображения.

2. При съемке вариобъективом с заданной дистанции увеличение крупности изображения осуществляется в процессе съемки до тех пор, пока объект устойчиво удерживается в рамках кадра. Критерием может служить сдвиг изображения на некоторую часть кадра при остановке поворота камеры на 1 с.

3. Угловую скорость поворота камеры можно считать «приемлемой по устойчивости» до тех пор, пока при остановке панорамы на 1 с объект смещается на более чем на 1/4 часть кадра. Этому требованию соответствуют значения «критериальной угловой скорости», уменьшающейся при увеличении фокусного расстояния:

f18 — 28 °/с; f25 — 20 °/с; f35 — 15 °/с; f50 — 10 °/с.

4. Если скорость движения объекта невелика, не больше 10 °/с, то съемку можно проводить объективом f50. Если же угловая скорость достигает 28 °/с, то устойчивое изображение получается лишь при съемке короткофокусным объективом f18.

Таблица 2.23. **Значения параметров, рекомендуемые для устойчивой съемки движущихся объектов следящей панорамой**

Дистанция А, м	Скорость объекта V (км/ч)					
	5	7	10	15	20	30
	Фокусное расстояние f, мм					
6	35	25	**18**[1]	–	–	–
8	50	35	25	**18**[1]	–	–
12	75	50	35	25	**18**[1]	–
15	–	75	50	35	25	**18**[1]
25	–	–	–	50	35	25

[1] Угловая скорость больше 28 °/с чрезмерна даже для фокусного расстояния f18.

Пример. Если скорость объекта V = 30 км/ч и дистанция до него А = 25 м, то угловая скорость достигает 20 °/с. Для достаточно устойчивого изображения движущегося объекта в кадре (с угловой скоростью 20 °/с) съемку можно проводить объективом с фокусным расстоянием f25. (Подробнее см. гл. 3. «Кинообъективы».)

Съемка движущихся объектов

1. Съемка движущихся объектов проводится или неподвижной камерой, или следящей панорамой. В обоих случаях эффект повышенной скорости передается увеличенным смазом по линии движения. В первом случае смаз получается на изображении движущегося объекта, во втором случае смаз образуется на фоне.

2. Эффект повышенной скорости ощущается тем сильнее, чем фактический смаз получается больше «критического значения» ($C_к$).

3. Критическое значение смаза ($C_к$ = 0,18 мм) определяется смазом, привычным для нашего зрения. Такой смаз возникает при наблюдении за пешеходом, движущимся с нормальной для него скоростью (V = 3,6 км/ч) (1 м/с), при его рассматривании в полный рост. Размер смаза в плоскости пешехода — 2 см. Критичная четкость при смазе $C_к$ — 125 ТВЛ.

4. Чем крупнее изображение, тем заметнее смаз по направлению движения. В табл. 2.24 указана крупность изображения, которая при заданной скорости движения объекта сохраняет критичную четкость по направлению движения 125 ТВЛ. В этой же таблице показана длина смаза С/М в плоскости объекта, характеризующая наименеее различимую его деталь.

Таблица 2.24. **Крупность плана и параметры съемки (f, A), рекомендуемые при заданной скорости объекта V для четкости 125 ТВЛ по направлению движения**

Скорость движения объекта V, км/ч	пешеход		велосипедист		скачки	авто
	3,6	5	7	10	15	20
Крупность плана (для $C_к$ = 0,18 мм), см, м	O184	O256	h3	h5	h7	h10
Смаз детали С/М, см	2	3	4	6	8	12
Фокусное расстояние f, мм	Дистанция А, м					
18	2	3	4	6	8	12
25	3	4	6	8	12	16
35	4	6	8	12	16	24
50	6	8	12	16	24	32
70	8	12	16	25	32	48

Пример. При скорости 15 км/ч для достижения приемлемой четкости 125 ТВЛ съемку следует проводить общим планом с высотой картинной плоскости h не меньше 7 м. Смаз детали в плоскости объекта С/М при такой скорости — 8 см. Съемка может проводиться объективом f70 с дистанции А не меньше 32 м.

Для повышения скорости в два раза или увеличения крупности изображения без увеличения смаза и ухудшения четкости требуется двукратное уменьшение угла открытия обтюратора.

Съемка с параллельным движением кинокамеры

1. Когда проводится съемка с быстродвижущегося транспорта, близко расположенные объекты мелькают в кадре, а длина смаза возрастает от увеличения крупности плана и фокусного расстояния объектива.

2. В табл. 2.25 показано, в какой мере при заданной скорости движения снижается четкость изображения в зависимости от крупности изображения h. В нижней части таблицы указана дистанция А, требуемая для их съемки объективом f25. При увеличении фокусного расстояния f дистанция А для достижения заданной крупности плана должна прямо пропорционально уменьшается.

3. Ориентируясь на эти данные, по заданной скорости V можно выбрать такую крупность плана h, при которой будет получаться еще приемлемая четкость изображения 250 ТВЛ или уже критическая четкость 125 ТВЛ, подчеркивающая эффект усиленного движения.

Таблица 2.25. **Крупность изображения при заданной скорости**

Четкость (ТВЛ) при угле открытия обтюратора 180°	Скорость V, км/ч							Смаз и четкость при угле открытия обтюратора 90°	
	3,6	5	7	10	15	20	30	мм	ТВЛ
	Крупность планов h (м, см) и дистанция А (м), (h/A) при f25								
250, приемлемая	3,6/8	5/12	7/16	10/25	15/32	20/50	30/64	$C_о$ 0,044	500
125, критичная	O184/4	O256/4	3,6/8	5/12	7/16	10/25	15/32	$C_п$ 0,09	250
64, пониженная	C92/2	C128/3	O184/4	O256/6	3,6/8	5/12	7/16	$C_к$ 0,18	125

Пример. Если скорость V = 30 км/ч, то с приемлемой четкостью 250 ТВЛ можно получить мелкомасштабное изображение в картинной плоскости, высотой h = 30 м. Для этого при съемке объективом f25 потребуется дистанция А = 64 м. При съемке объективом f50 дистанция А может быть уменьшена до 32 м.

Уменьшение угла открытия обтюратора в 2 раза позволяет увеличить крупность изображения в картинной плоскости или улучшить четкость.

Съемка с наездом камеры

1. *Наезд* — наиболее эффективный изобразительный прием, имитирующий приближение зрителя к сюжетно-важным персонажам.

2. Изменение скорости наезда и крупности изображения регулируется интуитивно в соответствии с изобразительными задачами. Успешность выполнения этого изобразительного приема зависит от предварительной репетиции и накопленного опыта.

3. Технические затруднения в достижении устойчивой резкости изображения при съемке наезом возникают вследствие продольного смаза, увеличивающегося с повышением крупности плана.

4. Для контроля и воспроизведения визуально выбранной скорости наезда в табл. 2.28 показаны те изменения четкости, которые происходят при повышении скорости наезда и его продолжительности.

Во всех съемках укрупнение следует начинать и заканчивать так же, как панорамирование: со статичного плана, с плавным ускорением, а заканчивать плавным замедлением до полной остановки камеры.

Таблица 2.26. **Скорость наезда, проезда и комбинированного движения, допустимая для заданной четкости портретных изображений, снимаемых крупными и средними планами**

Длительность наезда, с/(1 м)	Скорость наезда V, см/с	Крупные планы		Средние планы		Оценка скорости и четкости
		К46	К64	С92	С128	
		Четкость изображения (ТВЛ)				
16	6	500	500	500	500	Оптимальная
12	9	350	350	500	500	Удовлетворительная
8	12	250	250	350	350	Едва приемлемая
6	18	125	125	250	250	Критичная

Пример. При съемке наездом до крупного плана К46 (по плечи) или К64 (по грудь) скорость наезда для удовлетворительной четкости и устойчивости не должна превышать 9 см/с. Продолжительность наезда на 1 м должна быть не меньше 12 с. Если по сюжету требуется создать ощущение стремительного приближения, то скорость наезда может быть соответственно увеличена в 1,5 или 2 раза; четкость укрупненного изображения соответственно снизится до 250 или 125 ТВЛ.

Съемка с комбинированным движением

1. По изобразительным возможностям и технике исполнения съемки с движением камеры подразделяются на панорамирование $П_{п}$, наезд Н, проезд $П_{р}$ и масштабирование М, которое осуществляется изменением фокусного расстояния. Указанные виды съемок применяются отдельно и в парных сочетаниях.

2. Наезд имитирует приближение зрителя (или автора) к сюжетно-важному персонажу. В отличие от изменения фокусного расстояния наезд не дает столь быстрого изменения крупности плана, но позволяет получать более динамичные кадры вследствие весьма заметного смещения удаленных персонажей относительно первоплановых.

Вид движения камеры	Наезд (отъезд)	Проезд	Панорама	Изменение фокусного расстояния (М)
Наезд (отъезд) (Н)	Н	$Н + П_{р}$	$Н + П_{н}$	Н + М
Проезд ($П_{р}$)	–	–	$П_{р} + П_{н}$	$П_{р}$ + М
Панорама ($П_{н}$)	–	–	П	$П_{н}$ + М

3. Масштабирование, осуществляемое увеличением фокусного расстояния, позволяет имитировать более или менее быстрое перенесение внимательного взгляда на более удаленные объекты.

В телевидении применяются объективы с программированной скоростью масштабирования в трех вариантах: равномерная скорость, повышенная скорость в начале или в конце укрупнения перед ее остановкой.

4. Панорамирование в отличие от проезда благодаря одинаковому угловому смазу не изменяет соотношения четкости в изображении разноудаленных персонажей.

5. Проезд позволяет получать динамические кинокадры с усиленным эффектом быстрого движения, а также с эффектом преувеличенной удаленности фоновых объектов.

6. Парные сочетания указанных видов съемки применяются для совместного использования их изобразительных преимуществ.

7. Съемка монтажных кадров с панорамированием, масштабированием, наездом или проездом камеры должна проводиться с соблюдением монтажных рекомендаций. Главная из них — создание изобразительных акцентов в начале движения камеры и в конце этого движения статичными кадрами. Изменение ускорения или замедления в начале или в конце панорамы, наезда и укрупнения позволяет имитировать неожиданное перемещение взгляда или, наоборот, осторожное приближение к объекту.

Регулирование угла открытия обтюратора

1. Уменьшение угла открытия обтюратора используется:
- для уменьшения продолжительности экспонирования в условиях повышенной освещенности (вместо серых светофильтров);
- для уменьшения фликер-эффекта при свете импульсных ламп;
- для уменьшения смаза изображения при съемке с движением.

2. При киносъемке с импульсными лампами устанавливаются следующие углы открытия обтюратора:
24 к/с – 50 Гц – 172,8°;
24 к/с – 60 Гц – 144 и 72°;
25 к/с – 50 Гц – 180 и 90° (лучший вариант).

3. В условиях повышенной освещенности уменьшение угла открытия обтюратора позволяет точнее и значительно проще уменьшать экспозицию, чем установка серых светофильтров. Одновременно удается повышать четкость изображения благодаря уменьшению смаза по направлению движения и вертикального смаза, возникающего вследствие вибрации камеры.

4. В табл. 2.27 даны значения диафрагмы, компенсирующие экспозицию при уменьшении угла открытия обтюратора.

Уменьшение угла открытия обтюратора и увеличение частоты съемки часто применяется при спортивных киносъемках.

Таблица 2.27. **Параметры съемок с уменьшением фотографического смаза и ограничениями на уменьшение выдержки**

Уменьшение угла откр. обтюратора, °	90	45	22	11	EI 400	EI 200
Диафрагма при 1/50 с, (180°)	Компенсирующее значение диафрагмы F				Освещенность E (10^3 лк)	
22	16	11	8	5,6	16	32
16	11	8	5,6	4	8	16
11	8	5,6	4	**2,8**[1]	4	8
8	5,6	4	**2,8**[1]	**2**[1]	2	4
5,6	4	**2,8**[1]	**2**[1]	–	1	2
4	**2,8**[1]	**2**[1]	–	–	0,5	1

[1] Критичные по глубине резкости значения диафрагмы, ограничивающие уменьшение выдержки.

5. При киносъемке с нормальной частотой уменьшение угла открытия обтюратора улучшает четкость изображения и не вызывает при кинопроекции эффекта прерывистого изображения фаз движения. При съемке с пониженной частотой (меньше 24/25 к/с) для исключения эффекта прерывистого изображения рекомендуется полностью открывать обтюратор.

Таблица 2.28. **Экспозиционная взаимозаменяемость изменения угла открытия обтюратора и значения диафрагмы (при частоте 24/25 к/с)**

Угол открытия обтюратора, °									
Требуемое увеличение			Исходное значение	Требуемое уменьшение					
–	–	–	180	142	112	90	71	56	45
180	180	180	142	112	90	71	56	45	36
142	142	142	112	90	71	56	45	36	28
112	112	112	90	71	56	45	36	28	22
90	90	90	71	56	45	36	28	22	18
–	71	71	56	45	36	28	22	18	14
–	–	56	45	36	28	22	18	14	10
+1	$+^2/_3$	$+^1/_3$	0	$-^1/_3$	$-^2/_3$	–1	$-1^1/_3$	$-1^2/_3$	–2
Требуемое уменьшение диафрагмы				Требуемое увеличение диафрагмы для уменьшения экспозиции					

В левой части табл. 2.28 показано *увеличение* угла открытия обтюратора от первоначально установленного меньшего значения. Предварительное уменьшение угла открытия обтюратора применяется при съемке панорамы, начинающийся с яркоосвещенной сцены.

Таблица 2.29. **Экспозиционная взаимозаменяемость угла открытия обтюратора и выдержки на изменение частоты съемки и диафрагмы**

Изменение диафрагмы dF	Угол открытия обтюратора, °							Частота съемки, к/с
	180	142	112	90	71	56	45	
	Выдержка, с							
–1	1/25	1/32	1/40	1/36	1/45	1/56	1/70	12
$-^1/_2$	1/36	1/45	1/56	1/70	1/90	1/110	1/140	16
0	**1/50**	**1/64**	**1/80**	**1/100**	**1/125**	**1/160**	**1/200**	**24/25**
$^1/_2$	1/70	1/90	1/110	1/140	1/180	1/225	1/280	32
2	1/100	1/125	1/160	1/200	1/250	1/320	1/400	48–50
$2^1/_2$	1/140	1/180	1/225	1/280	1/320	1/450	1/560	64
3	1/200	1/250	1/320	1/400	1/500	1/640	1/800	100
	0	$^1/_3$	$^2/_3$	1	$1^1/_3$	$1^2/_3$	2	

Регулирование частоты киносъемки

1. Уменьшение частоты киносъемки от 24/25 к/с до 16 к/с и менее применяется для получения преувеличенной на экране скорости движения изображаемых персонажей. Например, съемки с пониженной частотой, до 16 к/с, позволяют создать ощущение «суеты», «суматохи».

2. Увеличение частоты, наоборот, применяется для замедления движения в экранном изображении.

3. Увеличение частоты съемки дает возможность детально рассмотреть движение спортсменов при выполнении спортивных упражнений или в игре.

4. Увеличение частоты съемки применяется и в других изобразительных целях — для усиления визуально наблюдаемых эффектов: преувеличенного расстояния удаленных объектов и преувеличенного представления о высоте и крутизне склонов. Эти эффекты возникают вследствие того, что с увеличением расстояния острота бинокулярного зрения уменьшается. Мы теряем способность точно оценивать дистанцию до удаленных объектов. Поэтому интуитивно пытаемся уточнить представления об удаленности, наблюдая за движущимися в удалении объектами — чем медленнее они движутся, тем удаленнее они нам кажутся (см. гл. 5. «Натурные съемки»).

Формулы вычисления продолжительности съемки и кинопроекции в зависимости от частоты съемки

$$\text{Время съемки (мин)} = \frac{\text{Длина пленки (м)}}{1{,}14 \times \text{Частота съемки (к/с)}} = \frac{\text{Длина пленки (фут)}}{3{,}75 \times \text{Частота съемки (к/с)}}$$

$$\text{Время проекции (мин)} = \frac{\text{Длина пленки (м)}}{0{,}456 \times \text{Частота съемки (к/с)}} = \frac{\text{Длина пленки (фут)}}{1{,}5 \times \text{Частота съемки (к/с)}}$$

Численные значения представлены в табл. 2.30, 2.31.

Время и метраж

Таблица 2.30. **Расход 35-мм кинопленки (м) в зависимости от частоты съемки**

Время, с	Частота съемки, к/с							
	8	16	24	25	32	48	64	120
1	0,15	0,30	0,46	0,48	0,61	0,91	1,22	2,28
2	0,30	0,61	0,91	0,95	1,22	1,82	2,43	4,56
3	0,45	0,91	1,37	1,42	1,82	2,74	3,65	6,84
4	0,61	1,22	1,82	1,90	2,43	3,65	4,86	9,12
5	0,76	1,52	2,28	2,38	3,04	4,56	6,08	11,40
6	0,90	1,82	2,74	2,84	3,64	5,48	7,30	13,68
7	1,06	2,13	3,19	3,32	4,25	5,39	8,51	15,96
8	1,22	2,44	3,64	3,80	4,86	7,30	9,72	18,24
9	1,37	3,74	4,10	4,18	5,47	8,21	10,94	20,52
10	1,52	3,04	4,56	4,75	6,08	9,12	12,16	22,80
15	2,28	4,56	6,84	7,12	9,12	13,68	18,24	34,20
20	3,04	6,08	9,12	9,50	12,16	18,24	24,32	45,6
30	4,56	9,12	13,68	14,25	18,24	27,36	36,48	68,4
40	6,08	12,16	18,24	19,00	24,32	36,48	48,64	91,2
50	7,60	15,20	22,80	23,75	30,40	45,60	60,80	114,0
60	9,12	18,24	27,36	28,50	36,48	54,72	72,96	136,8

Таблица 2.31. **Расход кинопленки в зависимости от времени при частоте 24 к/с**

Метраж, м	Время, с	Кол-во кадров	Метраж, м	Время, мин : с	Кол-во кадров
1	2,2	52,6	9	19,7	473
2	4,4	105	10	21,9	526
3	6,6	158	30	1 : 5,7	1 578
4	8,8	210	60	2 : 11,5	3 156
5	11,0	263	120	4 : 23	6 312
6	13,1	316	300	10 : 57	15 780
7	15,3	368	600	21 : 54	31 560
8	17,5	421			

Фликер-эффект при импульсном освещении

1. Фликер-эффект возникает при несогласованной частоте киносъемки с частотой тока металлогалогенных и других импульсных ламп, например, при частоте съемки 24 к/с и частоте тока лампы 50 Гц.

2. Фликер-эффект проявляется в периодическом «мигании» проецируемого на экран кинопозитива. Уменьшение освещенности в позитиве периодически достигают 20%, а колебания оптической плотности в малоконтрастном негативе 0,05 Б зрительно не замечаются.

3. Для того чтобы избежать появления фликер-эффекта, киносъемку (при частоте тока лампы 50 Гц) следует проводить с частотой 25 к/с.

4. Световые мигания экранного изображения при частоте съемки 24 к/с могут повторяться при частоте тока лампы 50 Гц, через каждые 5 с. Изменение угла открытия обтюратора до 172,8° несколько уменьшит колебания освещенности, но не частоту мигания импульсов.

5. Согласованными считаются частоты, обеспечивающие целое число импульсов света на протяжении экспонирования одного кадра. При согласованных частотах (25 к/с — 50 Гц) и (24 к/с — 48 Гц) — каждый кадр экспонируется двумя импульсами света.

6. В табл. 2.32 указаны оптимальные ряды согласованных значений частот для замедленных и ускоренных съемок при частоте тока 50 и 60 Гц.

7. Для стабилизации частоты киносъемки применяют кварцованные стабилизаторы. В неблагоприятных условиях принимаются меры, исключающие быстрое охлаждение кинокамеры в нестудийных съемках.

8. Для уменьшения фликер-эффекта угол открытия обтюратора должен устанавливаться на оптимальные значения.

Таблица 2.32. **Оптимальные значения угла открытия обтюратора для уменьшения фликер-эффекта**

Согласованные частоты	Углы обтюратора, °	Несогласованные частоты[1]	Углы обтюратора, °
25 к/с – 50 Гц	180 и 90	24 к/с – 50 Гц	172,8
24 к/с – 48 Гц	180 и 90	25 к/с – 60 Гц	150
24 к/с – 60 Гц	144 и 72		

[1] Несогласованные частоты даже при оптимальных углах открытия обтюратора вызывают в 5 раз более частые мелькания.

9. Для полного устранения периодического мигания (фликер-эффекта) применяется высокочастотное питание металлогалогенных и люминисцентных ламп, а при съемках с нормальной частотой тока применяются электронные баластные устройства, которые почти полностью сглаживают импульсные колебания светового потока (табл. 2.33).

Таблица 2.33. **Оптимальные ряды согласованной частоты киносъемки**
(при частоте тока импульсной лампы 60 или 50 Гц)

Частота киносъемки (к/с) при частоте тока 60 Гц			Частота киносъемки (к/с) при частоте тока 50 Гц		
120,000	10,909	5,454	100,000	10,909	5,000
60,000	10,000	5,217	50,000	9,090	4,761
40,000	9,231	5,000	33,333	8,333	4,545
30,000	8,571	4,800	**25,000**	7,692	4,347
24,000	8,000	4,000	20,000	7,142	4,166
20,000	7,500	3,750	16,666	6,666	4,000
17,143	7,058	3,000	14,285	6,250	3,333
15,000	6,666	2,500	12,500	5,882	3,125
13,333	6,000	2,000	11,111	5,555	2,500
12,000	5,714				

Пример 1. Если замедленную съемку требуется проводить с частотой, близкой к 8 к/с, то точные значения согласованных частот тока и съемки должны быть равны: при 50Гц — 8, 333 к/с; при 60 Гц — 8,000 к/с.

Пример 2. Если ускоренную съемку требуется проводить с частотой, близкой к 50 к/с, то точные значения согласованных частот для уменьшения фликер-эффекта должны равняться: при 50 Гц — 50,000 к/с; при 60 Гц — 40,000 к/с

Ниже представлена периодичность возникновения миганий (фликер-эффекта), неизбежных при отклонениях от номинала частоты тока в сети (50 Гц) даже в случае согласованной частоты съемки 25 к/с.

Отклонения, %	0,0005	0,001	0,002	0,010
Цикл, с	200	100	50	10
м	90	45	23	4,56

Точные значения согласованных частот устанавливаются путем автоматической настройки частоты тока металлогалогенных ламп на частоту съемки с помощью специализированных устройств (CID).

Таблица 2.34. **Продолжительность проекции**

Метраж фильма, м		Время, мин: с	
35 мм фильм	16 мм фильм	24 к/с	25 к/с
1	0,4	:2,2	:2,1
2	0,8	:4,4	:4,2
3	1,2	:6,6	:6,3
4	1,6	:8,8	:8,4
5	2,0	:11,0	:10,5
6	2,4	:13,2	:12,6
7	2,8	:15,4	:14,7
8	3,2	:17,5	:16,8
9	3,6	:19,7	:18,9
10	4,0	:21,9	:21,1
20	8,0	:43,9	:42,1
30	12	1:05,8	1:03,2
40	16	1:27,7	1:24,2
50	20	1:49,6	1:45,3
60	24	2:11,6	2:06,3
70	28	2:33,5	2:27,4
80	32	2:55,4	2:48,4
90	36	3:17,4	3:09,5
100	40	3:39,3	3:30,5
120	48	4:23	4:13
140	56	5:07	4:55
160	64	5:51	5:37
180	72	6:35	6:19
200	80	7:19	7:01
250	100	9:08	8:46
300	120	10:58	10:32
305	122	11:19	10:42

МЫ НЕ СТОИМ НА МЕСТЕ! **КОМПАНИЯ КОДАК**

Создает и совершенствует свою продукцию для профессионального кино.
В 1996 году впервые осуществлено внедрение новой технологии VISION с принципиально новыми видами и строением эмульсий. Для лабораторных печатных материалов широко применяется полиэфирная (ESTAR) основа, а позитивные кинопленки для печати фильмокопий не несут сажевого противоореольного слоя и имеют улучшенные механические характеристики. Киноматериалы фирмы КОДАК широко представлены на рынке РОССИИ и в странах СНГ.

5/7289 (Vision 800T) — Новинка!
Самая чувствительная цветная мелкозернистая пленка, для съемок в трудных условиях освещения, сбалансирована для искусственного освещения. Индекс экспозиции 800 ASA, при дневном освещении с фильтром W85 - 500 ASA.
2383 Vision Color Print Film — Новинка!
Многослойная цветная пленка для печати фильмокопий на полиэстеровой основе без сажевого противоореольного слоя.
2393 Vision Premier Color Print Film — Новинка!
Многослойная цветная пленка для печати фильмокопий на полиэстеровой основе без сажевого противоореольного слоя, богатые оттенки черного и большая насыщенность и чистота цветов.
KODAK Color Teleprint Film 5/7381
Контрастность данной кинопленки приспособлена для печати фильмокопий 35 мм, предназначенных для видеоперезаписи или использования в телевидении.

Информацию о полной гамме продукции фирмы для профессионального кино, по вопросам приобретения кинопленки KODAK и техническим вопросам обращайтесь в "Кодак А/О" (отдел профессионального кино) по адресу:
г. Москва, ул. Мосфильмовская, д. 1, здн. 3
тел.: (095) 929-91-66 факс: (095) 705-90-34
http://www.kodak.com/go/motion
Руководитель отдела Селиванова Яна Анатольевна
Торговый представитель Касаткина Елена Владимировна
Торговый представитель Зерзеле Анна Александровна
Технический представитель Бочков Алексей Викторович

По вопросам приобретения малых партий обращайтесь к дилеру "Кодак А/О" по продажам кинопленки: ОАО "Саламандра", г. Москва, Валдайский проезд, 16 (здание Центрнаучфильма).
Тел.: 458-02-21, 451-80-89
Директор Коробков Михаил Юрьевич

3

Кинообъективы и их применение

Типы кинообъективов ... 3.2
Фокусное расстояние кинобъектива и его светосила ... 3.3
Типовые кинообъективы и их ряды ... 3.4
Объективы с переменным фокусным расстоянием ... 3.6

Углы поля зрения кинообъективов ... 3.8
Перспективные соотношения ... 3.10
Съемка короткофокусными объективами ... 3.11

Масштаб и высота картинной плоскости ... 3.12
Типовые по крупности кинопланы ... 3.13
Границы и глубина резкоизображаемого пространства ... 3.15
Модифицированные таблицы резкости ... 3.17
Киносъемка телеобъективами ... 3.19
Оптические удлинители кинообъективов ... 3.20

Определение параметров съемки с движением ... 3.21
Киносъемка удаленных движущихся объектов ... 3.22
Киносъемка следящей панорамой ... 3.24
Оптимизация киносъемки следящей панорамой ... 3.25

Макросъемка укрупненных и сверхкрупных планов ... 3.27
Параметры специальной макросъемки ... 3.29
Формула макросъемки ... 3.30
Применение насадочных линз ... 3.32

Характеристика кинообъективов по качеству изображения ... 3.33
Четкость и разрешающая способность ... 3.35
Взаимосвязь формата кадра и четкости изображения ... 3.36
Визуальная оценка кинообъективов ... 3.37
Вибрация – резкостной фактор ... 3.37

Регулируемые характеристики ... 3.38
Кинообъективы фирмы «Zeiss» ... 3.40
Кинообъективы фирм «Cooke» и «Angenieux» ... 3.42
Хранение кинообъективов ... 3.43

Типы кинообъективов

1. Типовые объективы в зависимости от фокусного расстояния подразделяются на нормальные, длиннофокусные, короткофокусные и объективы с переменным фокусным расстоянием. Изменение фокусного расстояния позволяет с одной и той же дистанции снимать объекты в разном масштабе — с разной крупностью изображения. Для изменения крупности изображения применяются также дополнительные оптические насадки.

2. Нормальными принято считать объективы, фокусное расстояние которых (так называемое вершинное расстояние) не меньше длины диагонали полного кинокадра и не больше двух ее значений. Объективы, фокусное расстояние которых более чем в два раза превышает длину диагонали полного кинокадра, называются длиннофокусными, а объективы, фокусное расстояние которых меньше длины диагонали полного кинокадра,— короткофокусными.

3. Длиннофокусные объективы, имеющие укороченный задний отрезок, называются телеобъективами. Благодаря укороченному отрезку телеобъективы имеют меньшие размер и массу по сравнению с длиннофокусными объективами, дающими такое же увеличение.

4. Короткофокусные объективы, как правило, имеют короткий задний отрезок. Поэтому в киноаппаратах с зеркальным обтюратором или со светораспределительным устройством применяют специальные ретрофокусные конструкции короткофокусных объективов с удлиненным задним отрезком.

5. Деление объективов на нормальные, длиннофокусные и короткофокусные определено их изобразительными возможностями, которые зависят от угла изображаемого пространства. Нормальными считаются объективы, имеющие 35°-й угол изображения независимо от размера кино- и фотокадра.

6. Объективы с переменным фокусным расстоянием называются зумами (Zoom), а также трансфокаторами и вариообъективами. В них фокусное расстояние можно менять в процессе съемки. Основными характеристиками зумов являются: диапазон изменения фокусного расстояния, минимально допустимая дистанция фокусировки и масса.

7. Анаморфотные объективы представляют собой типовые объективы с встроенным цилиндрическим либо призматическим компонентом, посредством которого достигается сжатие изображения по горизонтали кадра без изменения фокусного расстояния. В результате анаморфирования изображение сцены в кинокадре получается вдвое большей ширины. Стандартом определено двукратное сжатие изображения с коэффициентом анаморфирования 1:2.

Фокусное расстояние кинобъектива и его светосила

1. Основными характеристиками кинообъективов являются фокусное расстояние и светосила. Дополнительно указывается тип крепления, которым определяется возможность установки объектива в киноаппараты различных конструкций. Кроме того, для короткофокусных объективов указываются углы поля изображения, а для объективов с переменным фокусным расстоянием — минимально допустимое расстояние до объектов первого плана, существенно зависящее от изменения диапазона фокусных расстояний.

2. Фокусное расстояние принято обозначать нормированными значениями, состоящими из трех рядов, в каждом из которых масштаб изображения изменяется (от одного деления к другому) в 1,41 раза ($\sqrt{2}$). Первый ряд является основным:

f, мм 12,5	18	25	35	50	75	100.

Два других ряда дополнительные. Они отличаются 10%-м изменением масштаба (в большую или меньшую сторону):

f, мм 14	20	28	40	56	80	112;
f, мм 16	22	32	44	64	90	125.

Фокусное расстояние длиннофокусных объективов указывается с 10%-м округлением. Уточненная характеристика короткофокусных объективов, помимо фокусного расстояния, включает угол изображения (или угловую апертуру).

3. В табл. 3.1–3.4 представлены широко известные кинообъективы, различающиеся фокусным расстоянием. В табл. 3.6 представлены фокусные расстояния, а также соответствующие углы изображения для длиннофокусных, нормальных и короткофокусных объективов.

4. Светосила объектива пропорциональна квадрату относительного геометрического отверстия, обозначаемого на торце объектива буквой Т. На оправе объектива указываются значения эффективных относительных отверстий, в виде диафрагменных чисел F.

5. Величина относительного геометрического отверстия Т определяется отношением диаметра входного отверстия объектива d к его фокусному расстоянию f ($T = d/f$). Для увеличения светосилы длиннофокусных объективов диаметр входного отверстия увеличивается, вследствие этого масса объектива возрастает.

6. В некоторых случаях величину относительного геометрического отверстия объектива (реже величину действующего отверстия, ограниченного диафрагмой) называют *апертурой* объектива (от латинского слова apertura — отверстие).

7. Угловая апертура определяется углом, соответствующим диагонали полного кадра. Значение угловой апертуры примерно в 1,4 раза больше горизонтального угла изображения в полном кадре.

Типовые кинообъективы и их ряды

1. Кинообъективы выпускаются комплектами («линейками») и отдельными дискретными объективами. В типовые «линейки» входят от четырех до семи объективов с наиболее часто используемыми фокусными расстояниями: от f24 до f75. В некоторые комплекты входит один макрообъектив (например, с фокусным расстоянием f65), который позволяет с высокой четкостью проводить съемки близкорасположенных предметов.

2. Типовые ряды кинообъективов формируются с таким расчетом, чтобы можно было получить однотипные по четкости разномасштабные изображения. Эти кинообъективы, как правило, обладают одинаковой светосилой. Лишь в некоторых рядах имеются короткофокусные объективы с уменьшенной светосилой.

3. Кинообъективы разделяются на ультрасветосильные и стандартные (табл. 3.1). Первые предназначены для съемок при сниженной освещенности (T1,2–T1,6), что подчеркивается в названиях. Например: Zeiss Ultra Speed T1,3; Super Canon T1,3; Panavision Ultra Speed T1,2–1,7. Стандартные кинообъективы обладают меньшей светосилой, но улучшенными резкостными свойствами: Zeiss High Speed T2,1; Cooke T2,3; Panavision Standart T2,8.

4. Среди дискретных кинообъективов преобладают макрообъективы, предназначенные для высококачественных съемок с близкого расстояния, а также длиннофокусные и короткофокусные объективы, отличающиеся от кинообъективов типовых линеек более длинным или менее коротким фокусным расстоянием. Для некоторых короткофокусных объективов отмечается повышенная коррекция или указывается повышенный угол изображения: f6 — 220° и f8 — 180°.

Таблица 3.1. **Типовые ряды кинообъективов**

Наименование	Фокусное расстояние f, мм	Относительное отверстие T	Типы оправ
Zeiss High Speed	20–24–32–40–50–85	2,1	PL
Super Macro Zeiss	25–35–50–85	1,4	PL
Zeiss Ultra Speed	25–35–50–85	1,3	PL, BNCR
Zeiss Super Speed	25–35–50–85	1,4	PL, BNCR
Super Canon	24; 35–50–85	1,5; 1,3	BNCR
Cooke	25–32–40–50–75	2,2	PL, BNCR
Super Cooke	25–32–40–50–75	2,3	PL, BNCR
Kowa	25–32–40–50–75	2,3	PL, BNCR

Таблица 3.2. **Дискретные 35-мм кинообъективы**[1]

Наименование	Фокусное расстояние f, мм	Относительное отверстие T
Полусферические		
Samcine Canon	7,5	5,6
Century Canon	7,5	–
Samcine Nikon	8	2,8
Ультракороткофокусные		
Kinoptik (PL)	9,8	2,8
Zeiss (PL)	12	2
Samcine	12	2,3
Zeiss	14	1,8
Kowa	15	4
Samcine Macro	16	2
Distagon (PL)	16	2
Короткофокусные		
Zeiss Hagh/Speed	18	1,3
Zeiss Ultra Speed	18	1,4
Cooke (PL)	18	2,3
Super Canon	18	1,5
Zeiss Distagon	20	2
Super Baltar	20	–
Bausch-Lomb	20	2,3
Samcine Macro	21	4
Cooke Macro	25	2,3
Samcine Macro	28	2,8
Короткофокусные объективы		
Canon Nikon	28	2
Zeiss Distagon	28	2,8
Нормальные		
Samcine Nikkor (PL)	35	2,8
Hasselblad Zeiss Q	40	2,3
Olympus	42	1,2
Arri Macro (PL)	50	2,1
Canon	50	1,4
Nikkor	55	1,2
Hasselblad Zeiss Q	60	3,5
Zeiss	65	1,3
Длиннофокусные		
Helios	75	1,5
Zeiss Planor	100	2
Hasselblad Zeiss Q	110	2
Hasselblad Zeiss Q	120	4
Zeiss Super Speed	135	2
Cooke Optics	152	3,2
Sonnar (PL)	180	1,8
Samcine Kilsitt Zoomar	180	1,6
Canon	200	1,8; 2,8
Olympus Zuiko	250	2
Samcine Macro	280	4,5

[1] Адаптеры к оправам указаны в табл. 3.5, 3.25–3.27.

Таблица 3.3. **Ряд кинообъективов АО «Оптика»**

Наименование	Фокусное расстояние f, мм	Относительное отверстие T	Мин. дистанция съемки, м	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
35ОКС2-12-1	12	2	0,25	70x90	0,58
35ОКС3-14-1	14	1,5	0,25	93x97	0,95
35ОКС7-18-1	18	1,4	0,25	95x97	1,13
35ОКС15-35-1	35	1,2	0,35	90x97	0,77
35ОКС9-40-1	40	1,2	0,40	95x97	0,97
35ОКС8-250-1	250	2,8	2,50	195x110	2,10
35ОКС11-500-1	500	4,5	5,00	355x125	3,10
35ОКС6-750-1	750	5,6	7,00	530x158	5,30
35ОПФ29-1	25–80	3	1,00	154x75	0,85
35ОПФ30-1	20–100	2	0,75	342x152	6,40

Объективы с переменным фокусным расстоянием

1. Объективы с переменным фокусным расстоянием (ОПФ—Zoom) в зависимости от конструкции подразделяются на вариообъективы и трансфокаторы.

2. Вариообъективы состоят из ряда оптических блоков, которые перемещаются один относительно другого. Остаточные аберрации каждого блока устраняются последним из блоков, который неподвижен относительно оправы. Широкомасштабные вариообъективы позволяют изменять фокусное расстояние от f25 до f250. Такие вариообъективы предназначаются для съемок удаленных объектов, поэтому минимально допустимое расстояние фокусировки существенно ограничивает возможности съемки близкорасположенных персонажей (1,7–1,9 м).

3. При использовании широкомасштабных вариообъективов с увеличением фокусного расстояния снижается светосила (примерно на одно деление диафрагмы при 10-кратном увеличении изображения). Поэтому для объективов с переменным фокусным расстоянием иногда указываются интервалы изменения светосилы.

4. Трансфокаторы состоят из основного объектива и оптической насадки, позволяющей непрерывно изменять фокусное расстояние и угол изображения (без изменения светосилы и плоскости фокусировки). Устранение аберраций осуществляется раздельно объективом и насадкой. Это позволяет использовать одну и ту же насадку с различными объективами. Трансфокаторы в отличие от вариообъективов в большинстве своем ориентированы на съемку с меньшим увеличением, что позволяет проводить съемку с меньших расстояний до объекта.

5. В табл. 3.5 представлены характеристики наиболее известных объективов с переменным фокусным расстоянием. Среди вариообъективов преобладают вариообъективы, позволяющие изменять фокусное расстояние в 10 раз. Такие вариообъективы имеют значительную массу.

6. В связи с расширением объема динамичных съемок с движением камеры широкое распространение получают маломасштабные объективы, позволяющие изменять масштаб изображения в 2–3 раза: Cooke f(20–60); Variable Prims f(29–60) или f(55–105).

Такие объективы более компактны, имеют укороченную дистанцию до объекта первого плана, поэтому более приспособлены для мобильных съемок, в том числе с переносных устройств.

7. В табл. 3.4 для вариообъективов Angenieux указаны кратность увеличения и минимальное фокусное расстояние.

Характеристики объективов Zeiss даны в табл. 3.25–3.27.

Таблица 3.4. **Характеристики объективов Angenieux и Cooke с переменным фокусным расстоянием**

Фокусное расстояние f, мм	Относительное отверстие T	Мин. дистанция съемки, м	Масса, кг	Обозначение
Вариообъективы Angenieux				
17–102	2,5	0,75	7,8	6x17
20–120	2,9	1,90	4,0	6x20
25–250	3,5	1,70	4,3	10x25HR
30–300	4,4	1,70	4,3	10x30HR
25–625	4–8	2,44	4,8	25x25
Трансфокаторы Cooke				
20–60	3,1	0,65	3,0	Varo Panchro
14–70	3,1	0,33	6,6	Varotal
18–100	3	0,33	5,3	Varotal
20–100	3,1	0,33	4,0	Varotal
25–250	4	1,16	4,0	Cine Varotal

Таблица 3.5. **Возможность крепления объективов в типовых оправах на разнотипных кинокамерах**

Объективы (виды оправ)	Aaton	Arri ST	Arri Baj	Arri PL	Came Flex	Mitc-Hell 35 SR	BNCR
Aaton	0	–	–	–	–	–	–
Arri ST Rot[1]	*	0	0	–	–	–	–
Arri ST Fix[2]	*	0	0	*	*	–	–
Arri Baj	*	0	0	*	*	–	–
Arri Baj Lock[3]	*	0	0	–	–	–	*
Arri PL	–	–	–	0	–	–	–
Cameflex	*	–	–	–	0	–	–
Mitchell 35SR	–	–	–	–	–	0	*
Canon	–	–	–	*	–	–	–
Hasselblad	+	*	*	*	+	*	*
Nikon	*	–	*	*	–	–	–

Условные обозначения: (0) – используется без переходных устройств-адаптеров; (*) – возможно с существующими адаптерами; (–) – технически невозможно; (+) – технически возможно.

[1] Объективы Arri с креплением, вращающимся при фокусировке.
[2] Объективы Arri с креплением, не вращающимся при фокусировке.
[3] Адаптер из нержавеющей стали с фиксатором. Может устанавливаться на камере.

Углы поля зрения кинообъективов

1. В табл. 3.6 представлены значения горизонтальных и вертикальных углов поля зрения для короткофокусных, нормальных и длиннофокусных кинообъективов. Фокусное расстояние кинообъективов в представленном ряду изменяется упорядоченно — в 1,2 раза от одного кинообъектива к другому.

2. Разделение кинообъективов на длиннофокусные, нормальные и короткофокусные имеет психофизиологическое обоснование.

Горизонтальный 35°-й угол — это угол «ясного цветного зрения». Он является углом, при котором обычно рассматриваются удаленные на разные расстояния объекты. Поэтому объектив с фокусным расстоянием f35, имеющий горизонтальный угол зрения 35°, считается (для 35-мм кинопленки) нормальным по перспективным соотношениям.

3. Почти в два раза меньший угол зрения — 18° — имеет первый длиннофокусный объектив с f70. Угол 18° соответствует центральному участку сетчатки глаза, который обеспечивает повышенную четкость зрения, необходимую для детального (внимательного) рассматривания удаленных объектов.

4. Короткофокусные объективы с f(18–32), имеющие горизонтальный угол зрения 60–40°, обеспечивают расширенный обзор. Вместе с тем они усиливают перспективу — уменьшают размеры деталей в глубину кадра. Для всех объективов с фокусным расстоянием больше 18 мм характерно изменение масштаба прямо пропорциональное фокусному расстоянию (M = f/A).

5. Ультракороткофокусными объективами считаются те, что имеют горизонтальный угол зрения больше 60° и фокусное расстояние меньше 18 мм. Они сильнее выявляют перспективные соотношения, чем короткофокусные объективы, но с весьма заметными геометрическими искажениями.

6. Наибольший угол зрения у полусферических объективов. Они имеют угол охвата по всем направлениям: 180° для f8 и 220° для f6.

7. В табл. 3.6 показано, как по мере уменьшения фокусного расстояния возрастает значение K_y — коэффициента усиления перспективы, указанного для углов, превышающих нормальный угол (f < 35 мм). Коэффициент K_y определяется отношением тангенса горизонтального угла характеризуемого объектива к тангенсу угла нормального объектива (f35). В этой же таблице представлен коэффициент ослабления перспективы $K_в$ (f > 35 мм). Он определяется (для длиннофокусных объективов) обратным значением коэффициента усиления перспективы. Его значение характеризует эффект повышенной внимательности взгляда на удаленные предметы, которые выглядят более крупно, чем при привычном взгляде.

8. Для нормальных и длиннофокусных объективов характерна прямо пропорциональная зависимость вертикального угла α от высоты картинной плоскости h:

$$h/A = U/f = 3{,}14\alpha/180 = \alpha/57{,}3.$$

Пример. Для объектива с f50 при высоте кадра h = 16 мм справедливо U/f = 0,32.

Вертикальный угол объектива: $\alpha = 57{,}3(16/f) = 18{,}2^{\circ}$.

Горизонтальный угол объектива: $\alpha = 57{,}3(22/f) = 25^{\circ}$.

9. Угол зрения ультракороткофокусных объективов α связан с фокусным расстоянием f уравнением: $tg(\alpha/2) = U/2f = 16/2f$.

Таблица 3.6. **Углы изображения для разнофокусных кинообъективов с соответствующими коэффициентами усиления перспективы K_y и коэффициентами внимательного рассматривания $K_в$**

Фокусное расстояние f, мм	Углы поля изображения, °		Тангенс гориз. угла	Коэффициент	
	гориз.	вертик.		K_y для f<35 мм	$K_в$ для f>35 мм
12,5	83,0	72,0	2,33	3,7 (2,8)[1]	–
16	69,0	53,2	1,78	2,8 (2,4)[1]	–
18	62,7	47,9	1,40	2,2 (2,0)[1]	–
20–22	55,2	41,7	1,13	1,9 (1,7)[1]	–
25	47,5	35,6	0,92	1,4	–
28	42,9	31,9	0,76	1,2	–
32	37,9	28,1	0,71	1,1	–
35	**35,1**	**25,8**	**0,63**	**1**	**1**
40	30,7	22,8	0,55	–	1,2
50	25,1	18,4	0,44	–	1,4
60	20,8	15,3	0,37	–	1,7
70	18,4	13,6	0,31	–	2,0
75	16,8	12,2	0,29	–	2,1
85	14,6	10,8	0,28	–	2,4
100	12,6	9,2	0,22	–	2,8
125	10,2	7,3	0,18	–	3,5
150	8,4	6,2	0,16	–	4,0
175	7,3	5,1	0,13	–	4,8
200	6,3	4,5	0,11	–	5,6
250	5,0	3,7	0,09	–	6,0

[1] Для ультракороткофокусных объективов в скобках указаны прямо пропорциональные значения. Их отличие от фактического значения K_y характеризует нелинейные искажения. Например, для ультракороткофокусного объектива с f12,5 коэффициент усиления перспективы K_y равен 3,7, а его прямо пропорциональное значение на единицу меньше (2,8).

$K_в$ – увеличение коэффициента ослабления перспективы, указанное для объективов, имеющих фокусное расстояние больше нормального (f35), характеризует сближение изображения удаленных персонажей к сюжетно-важному, по которому осуществляется фокусировка.

K_y – увеличение коэффициента усиления перспективы характеризует уменьшение масштаба удаленных персонажей относительно сюжетно-важного.

Перспективные соотношения

1. Перспективные соотношения выражаются уменьшением масштаба изображения в зависимости от удаленности объекта. Различие в перспективных соотношениях возрастает с увеличением фокусного расстояния объектива. Наглядно это выражается увеличением дистанции между персонажами в смежных по крупности планах.

2. Изменение перспективы представлено в табл. 3.7. в виде увеличения дистанции между персонажами, изображаемыми средними и общими планами С92–О184 (по пояс и в полный рост). При уменьшении фокусного расстояния в два раза (от f35 до f18) дистанция между персонажами уменьшается вдвое.

3. При увеличении фокусного расстояния дистанция между персонажами, напротив, увеличивается. В результате удаленные персонажи изображаются сближенными. В то же время разница в четкости их изображения возрастает. Тем самым имитируется эффект внимательного рассматривания разноудаленных объектов с более близкого расстояния.

Таблица 3.7. **Перспективные соотношения, передающие изменение дистанции между персонажами, изображенными на смежных по крупности планах (С92–О184)**

Фокусное расстояние f, мм	Горизонт. угол, °	Дистанция фокусировки, м: 1	2	3	4	5	6	7	8	...12
18	63	С92 ...(1[1])... О184								
25	48		С92 ....(1,5).... О184							
35	35			С92.....(2,0)..... О184						
50	25				С92..... (3,0)..... О184					
75	17					С92.....(4,0)..... О184				
100	6,3						С92..... (6,0)..... О184			

[1] Дистанция между персонажами, м.

Пример. При съемке объективом f35 для изображения двух персонажей по пояс (С92) и в полный рост (О184) требуется установить расстояние, равное 2 м. А при съемке объективом f75 требуется расстояние 4 м.

4. Съемка нормальными объективами, проводимая с приближением кинокамеры к снимаемому персонажу (наездом) также создает эффект внимательного рассматривания. Однако эта съемка отличается тем, что требует фактического приближения к объекту.

5. Потребность в короткофокусных объективах возникает при съемке в ограниченном пространстве. Потребность в длиннофокусных объективах возникает, когда нет возможности приблизиться к снимаемому объекту или когда требуется укрупненно изобразить удаленные участки сценической или спортивной площадки.

Съемка короткофокусными объективами

1. При съемке крупных планов (с малого расстояния) короткофокусными объективами возникает эффект гипертрофированной перспективы: детали, расположенные ближе к объективу и к центру кадра, получаются преувеличенными, а при ракурсных съемках преувеличенными получаются детали у нижней или верхней границы кадра.

2. Эти геометрические искажения возрастают при уменьшении фокусного расстояния вследствие увеличения кривизны сферического поля фокусировки.

3. В табл. 3.8 показано, в какой мере при съемке крупного портретного плана К64 (по грудь) возрастает крупность деталей в центре кадра по сравнению с его краями. Например, при f18 разница в крупности изображения достигает 16% от высоты портретного плана.

4. В табл. 3.9 показано изменение дистанции фокусировки при уменьшении фокусного расстояния, там же показана краевая дефокусировка, уменьшающая четкость изображения по краям кадра.

Краевая дефокусировка возникает от увеличения кривизны сферической границы фактической фокусировки относительно плоскости пленки. (Ее значение прямо пропорционально «коэффициенту нелинейного усиления перспективы» $K_{\text{п}} = \cos(\alpha/2)$).

Таблица 3.8. **Увеличение крупности деталей в центре кадра при съемке крупного плана К64**

Фокусное расстояние f, мм	Коэффициент $K_{\text{п}}$	Крупность изображения: по краям $h_{\text{к}}$	в центре $h_{\text{ц}}$	Увеличение размера в центре кадра: $(h_{\text{к}} - h_{\text{ц}})/2$, см	%
25	0,91	К64	К58	3	4
21	0,87	К64	К56	4	6
18	0,85	К64	К54	5	8
16	0,82	К64	К52	6	10
14	0,78	К64	К50	7	12
12	0,73	К64	К47	8,5	17

Таблица 3.9. **Дистанция фокусировки и краевая дефокусировка при съемке короткофокусными объективами**

Фокусное расстояние f, мм	Дистанция фокусировки А для данных планов, м: Укрупненные		Крупные		Средние		Краевая дефокусировка $f \cdot \cos(\alpha/2)$, мм
	лица У23	головы У32	по плечи К46	по грудь К64	по пояс С92	по бедра С128	
25	0,32	0,46	0,63	0,92	1,28	1,82	2,3
21	0,25	0,36	0,51	0,73	1,02	1,02	2,5
18	–	0,31	0,43	0,62	0,86	0,86	2,7
16	–	0,26	0,37	0,52	0,74	1,04	2,9
14	–	–	0,31	0,44	0,61	0,88	3,0
12	–	–	0,25	0,35	0,49	0,70	3,2

Масштаб и высота картинной плоскости

1. Масштаб изображения характеризует уменьшение размеров изображения в кинокадре относительно размеров объекта съемки.

Для типовых по крупности кинопланов масштаб прямо пропорционален фокусному расстоянию f и обратно пропорционален дистанции А. Численно масштаб равен отношению высоты кинокадра U к высоте картинной плоскости снимаемого объекта h:

$$M = f/A = U/h.$$

2. Картинной плоскостью снимаемого объекта называется плоскость фокусировки, ограниченная проецируемыми на нее рамками кинокадра.

3. Высота картинной плоскости снимаемого объекта h используется для количественного обозначения крупности кинопланов: крупных, средних, общих. В отличие от масштаба изображения М крупность плана h наглядно представляет размер изображаемой части объекта.

Крупность плана однозначно связана с масштабом изображения. Например, h = 46 см — это портрет по плечи; h = 64 см — это портрет по грудь.

$$h = 16/M = (A/f)\cdot 1{,}6 \text{ см}$$

Это выражение позволяет весьма просто переходить от одной величины к другой.

Пример. Дистанция А = 1 м, фокусное расстояние f25. Масштаб M = f/A = 25/1000 = 1/40. Крупность плана h = 40·1,6 = 64 см (это портрет по грудь).

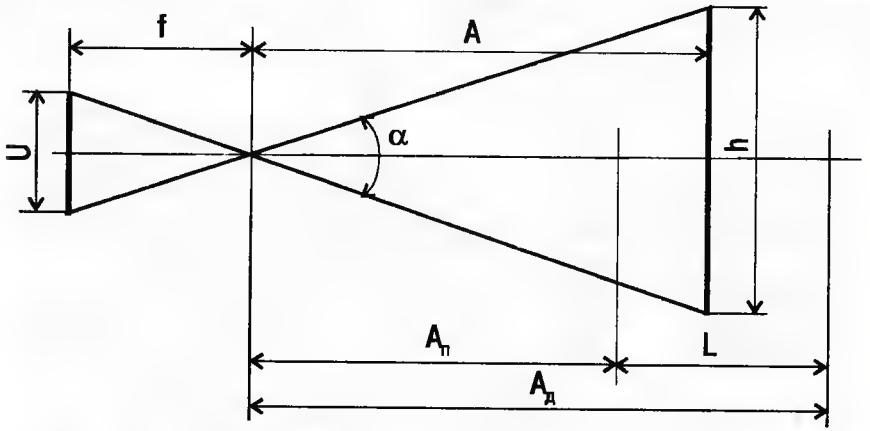


Рис. 3.1. Схема оптического изображения

h – высота картинной плоскости изображения в поле объекта (см, м); U – высота кинокадра (мм), для 35-мм кинокадра U = 16 мм; А – дистанция фокусировки (м, км); f – фокусное расстояние (мм); $A_п$ – передняя граница резкоизображаемого пространства (м); $A_д$ – дальняя граница резкоизображаемого пространства (м, км); α –вертикальный угол изображения (°); L – глубина резкоизображаемого пространства (см, м)

Типовые по крупности кинопланы

1. В кинематографии, так же как в живописи и фотографии, понятие крупности изображения связывают с высотой картинной плоскости.

Укрупненные планы представляют собой изображения лица и головы.

К крупным планам относят портретные изображения «по плечи» и «по грудь».

К средним планам относят портретные планы «по пояс» и «по колени».

В общих планах персонажи изображаются «в рост» и «в 1,5 роста».

2. За основу нормирования принят общий план О184, соответствующий изображению человека в полный рост в картинной плоскости высотой h = 1,84 м.

3. Все средние, а затем и крупные портретные планы получаются с пропорционально уменьшенной высотой картинной плоскости h.

Причем значения этой высоты соответствуют общепринятым представлениям о высоте портретного изображения (табл. 3.10).

Таблица 3.10. **Типовые по крупности кинопланы**

Тип плана и его характеристика		Краткое обозначение	Высота картинной плоскости h, см	Масштаб М
Укрупненные	лица	У23	23	1:14
	головы	У32	32	1:20
Крупные	по плечи	К46	46	1:28
	по грудь	К64	64	1:40
Средние	по пояс	С92	92	1:56
	по бедра или по колени	С128	128	1:80
Общие	в рост	О184	184	1:112
	в 1,5 роста	О256	256	1:160
Дальние	в 2 роста	1/2	360	1:225
	в 3 роста	1/3	500	1:360

4. Масштаб от одного типового киноплана к другому увеличивается в 1,41 раза ($\sqrt{2}$). Крупный план К64 имеет масштаб 1:40, а средний план С128 имеет масштаб 1:80.

5. Общие кинопланы, имеющие высоту картинной плоскости более трех метров, называются «дальними». Они обозначаются высотой Д, выраженной в метрах: Д3,6, Д5, Д7, Д10 или относительной высотой человека в кадре: h 1/2, 1/3, 1/4, 1/6 и т. д.

6. Выделение дальних кинопланов обусловлено разницей в методах наводки на резкость. Фокусировка при съемке типовых кинопланов проводится по сюжетно-важным персонажам и деталям. При съемке удаленных объектов для расширения глубины резкоизображаемого пространства дистанция фокусировки А должна смещаться от объекта первого плана к удвоенному расстоянию ($A = 2A_{II}$) от него до камеры.

Таблица 3.11. **Гиперфокальное расстояние H (м) и крупность плана h в зависимости от диафрагмы**

Диафрагма F	Фокусное расстояние f, мм									
	18		25		35		50		70	
	H	h	H	h	H	h	H	h	H	h
16	0,6	K46	1,2	K64	2,5	C92	5	C128	10	O184
11		K64								
8	1,2	C92	2,5	C128	5	O184	10	O256	20	1/2
5,6		C128								
4	2,5	O184	5	O256	10	1/2	20	1/3	40	1/4
2,8		O256								
2	5	1/2	10	1/3	20	1/4	40	1/6	80	1/8
H(F1,2)	10		20		40		80		160	

Гиперфокальное расстояние H — это дистанция фокусировки, которая обеспечивает переднюю границу резкоизображаемого пространства $A_п$ на половине дистанции фокусировки ($A_п = H/2$), а дальнюю границу $A_д$ — в бесконечности.

Значения диафрагмы указаны для четкости на границах $A_п$ и $A_д$ — 500 ТВЛ.

Понижение значения диафрагмы на одно деление уменьшает четкость на границах до 350 ТВЛ. Понижение значения диафрагмы на 2 деления (в 2 раза) уменьшает четкость на границах до 250 ТВЛ.

Границы и глубина резкоизображаемого пространства

Ниже представлены исходные данные для составления таблиц глубины резкости.

1. Передняя $A_п$ и дальняя $A_д$ границы резкоизображаемого пространства (для типовых кинопланов $M < 1/20$) вычисляются по дистанции A и гиперфокальному расстоянию H:

$$A_п = A{\cdot}H/(A + H);\ A_д = A{\cdot}H/(H - A).$$

2. Гиперфокальным расстоянием H называется дистанция фокусировки, при которой дальняя граница резкоизображаемого пространства находится в бесконечности, а передняя граница расположена на 1/2 этой дистанции ($A_п = H/2$).

3. Гиперфокальное расстояние прямо пропорционально квадрату фокусного расстояния f и обратно пропорционально значению диафрагмы F и диаметру кружка допустимой нерезкости Z:

$$H = f^2/(F{\cdot}Z).$$

(Равенство справедливо для кинопланов при $M < 1/20$.)

4. Диаметр допустимого кружка нерезкости принято считать равным 0,2% высоты кинокадра. Для 35-мм кадров Z = 0,032 мм. Это значение Z обеспечивает четкость на границах 500 ТВЛ.

5. Гиперфокальное расстояние объектива f25 равняется: 20 м, деленное на значение диафрагмы:

$$H(25) = 20/F.$$

Гиперфокальное расстояние у других объективов возрастает с увеличением фокусного расстояния:

$$H(f) = 20(f/25)^2/F.$$

6. Глубина резкоизображаемого пространства L определяется разностью расстояний до его границ $L = A_д - A_п$.

7. Глубина резкоизображаемого пространства может быть вычислена по масштабу M и диафрагме F или по высоте картинной плоскости h:

$$L = (2F{\cdot}Z/M^2)/(1 - (F{\cdot}Z/(f{\cdot}M))^2).$$

Для портретных планов: $L = 2{,}5(h/32)^2 \cdot F$.

8. Табл. 3.12–3.14 составлены для типовых портретных кинопланов к которым применима указанная линейная формула.

Рекомендуется запомнить: для крупного плана K64 глубина L в десять раз больше значения диафрагмы: L = 10F см.

9. Для четкого изображения в двух- и трехплановых кинокадрах (350 ТВЛ на $A_д/A = 1{,}4$; 250 ТВЛ на $A_д/A = 2$) требуется диафрагма

$$F = 4(f/25)^2/F.$$

Таблица 3.12. **Передняя и дальняя границы резкоизображаемого пространства в зависимости от фокусного расстояния и дистанции съемки**

Фокусное расстояние f, мм	Диафрагма F											
18	–	–	–	–	–	0,7	1,2	1,4
20–22	–	–	–	0,7	1,2	1,4	2	2,8
25	–	–	0,7	1,2	1,4	2	2,8	4
28–32	–	0,7	1,2	1,4	2	2,8	4	5,6
35	0,7	1,2	1,4	2	2,8	4	5,6	8
40	1,2	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11
50	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11	16
60	2	2,8	4	5,6	8	11	16	22
70	2,8	4	5,6	8	11	16	22	–
80	4	5,6	8	11	16	22	–	–
100	5,6	8	11	16	22	–	–	–
120	8	11	16	22	–	–	–	–
150	11	16	22	–	–	–	–	–

Фокусное расстояние f, мм							Заданная крупность плана	Дистанция А, м	Передняя $A_п$ и дальняя $A_д$ границы резкоизображаемого пространства L, м							
18	25	35	50	75	100	150										
К46	У32	У23	–	–	–	–	К46	0,5	–	–	0,49; 0,51	0,49; 0,52	0,48; 0,52	0,48; 0,53	0,47; 0,54
К64	К46	У32	У23	–	–	–	К64	0,75	–	–	0,73; 0,77	0,72; 0,78	0,71; 0,79	0,70; 0,81	0,68; 0,83
С92	К64	К46	У32	У23	–	–	С92	1,0	0,98; 1,01	0,98; 1,02	0,97; 1,04	0,96; 1,05	0,94; 1,07	0,91; 1,11	0,88; 1,16
С128	С92	К64	К46	У32	У23	–	С128	1,5	1,46; 1,54	1,45; 1,55	1,43; 1,58	1,40; 1,62	1,36; 1,67	1,31; 1,76	1,25; 1,89
О184	С128	С92	К64	К46	У32	У23	О184	2,0	1,94; 2,07	1,91; 2,10	1,87; 2,15	1,72; 2,24	1,76; 2,32	1,67; 2,48	1,57; 2,75
О256	О184	С128	С92	К64	К46	У32	О256	3,0	2,86; 3,15	2,80; 3,24	2,72; 3,34	2,56; 3,50	2,49; 3,78	2,32; 4,25	2,12; 5,10
Д368	О256	О184	С128	С92	К64	К46	Д368	4,0	3,76; 4,31	3,66; 4,44	3,52; 4,64	3,34; 4,98	3,14; 5,52	2,88; 6,25	2,58; 8,85
Д624	Д442	О332	О220	С156	С110	С78	Д624	7,0	6,41; 7,70	6,00; 8,40	5,65; 9,20	5,20; 10,70	4,73; 13,40	4,12; 22,10	3,57
Гиперфокальное расстояние H(F1,2)							Гиперфокальное расстояние H(F1,2)		56	40	28	20	14	10	7

Модифицированные таблицы резкости

1. Границы резкоизображаемого пространства традиционно выражают в зависимости от трех параметров: фокусного расстояния, дистанции и диафрагмы. Причем для каждого фокусного расстояния составляется отдельная таблица. Такая форма записи полностью исключает возможность оптимизации съемок трансфокаторами.

2. Для устранения этого недостатка в справочнике представлена модифицированная таблица для определения границ резкоизображаемого пространства L (табл. 3.12). Она является единой для всего ряда типовых фокусных расстояний: от f18 до f100.

Кроме того, в таблице указана крупность планов, что делает ее пригодной для контроля глубины и границ резкости по видимой в окуляре крупности плана.

3. Табл. 3.13 дополняет предыдущую таблицу. С помощью этой таблицы можно значительно быстрее и точнее определить границы резкоизображаемого пространства $A_п$ и $A_д$. Для этого достаточно к измеренной дистанции А (см) прибавить и вычесть половину глубины резкоизображаемого пространства L/2, характерного для используемой диафрагмы и снимаемого портретного плана.

Таблица 3.13. **Глубина резкоизображаемого пространства L, см**

Диафрагма F	К46 по плечи	К56	К64 по грудь	К80	С92 по пояс	С110
2	10	14	20	28	40	56
2,8	14	20	28	40	56	80
4	20	28	40	56	80	112
5,6	28	40	56	80	112	160
Дистанция А, м	Фокусное расстояние f, мм					
1,0	35	28	25	22	18	–
1,4	50	40	35	28	25	22
2,0	75	60	50	40	35	28
2,8	100	85	75	60	50	40

4. Например, в окуляре видно, что снимается крупный план (*) К64 (по грудь). Глубина резкоизображаемого пространства для этого плана при диафрагме F4 составляет L = 40 см, а ее половина L/2 = 20 см. Поэтому, если измеренная дистанция А = 143 см, то границы резкости составляют соответственно: $A_д = 143 + 20 = 163$ см; $A_п = 143 - 20 = 123$ см.

Таблица 3.14. **Параметры киносъемки удаленных объектов с глубиной резкоизображаемого пространства, равной одной четверти дистанции до объекта (L = A/4)**

Масштаб М		1:160	1:320	1:640	1:1250	1:2500	1:5000	1:10 000	1:20 000
Высота h, м		0256	5	10	20	40	80	160	320
A, м	L, м	Значения диафрагмы F для выбранного f, мм (F/f)							
64	16	10/400	5/200	2,5/100	–	f25 (спортзалы)			
128	32	16/800	8/400	4/200	f100				f25 (стадионы)
256	64	20/1600	10/800	5/400	2,5/200	f100	(ипподромы)		
500	125	5/200	16/1600	8/800	4/400	2/200	f100	(яхты)	f25
1000	250	–	–	10/1600	5/800	2,5/400	f200	f100	–
2000	500	–	–	–	8/1600	4/800	2/400	f200	f100
4000	1000	–	–	–	–	5/1600	2,5/800	f400	f200
Крупность 5 м объекта				1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64

Таблица 3.15. **Экспозиционные параметры для EI200/250**

Выдержка, с	Угол открытия обтюратора (°) для частоты съемки, к/с			Диафрагма F для освещенности E, 10^3 лк					
	100	50	25	2	4	8	17	35	70
1/50	–	–	180	5,6	8	11	16	+0,3	0,6
1/100	–	180	90	–	5,6	8	11	16	+0,3
1/200	180	90	45	–	–	5,6	8	11	16

Пример. Для съемки объекта в картинной плоскости высотой h = 10 м с дистанции A = 500 м требуется объектив с фокусным расстоянием f800. Относительная крупность изображения 1/2. Для глубины L = A/4 = 125 м при f800 требуемая диафрагма — F8.

При частоте съемки 100 к/с и диафрагме F8 для нормальной экспозиции требуется освещенность не меньше 17 000 лк.

Киносъемка телеобъективами

1. Телеобъективы предназначены и используются для съемки удаленных объектов, когда нет возможности приблизиться к изображаемому объекту или нет необходимости в этом.

2. Телеобъективы выпускают в виде длиннофокусных объективов (с фокусным расстоянием большим 150 мм) и вариотелеобъективов — с переменным фокусным расстоянием (табл. 3.16, 3.17).

3. Светосила современных телеобъективов вполне достаточна для съемок на натуре, на освещенных крытых стадионах и в залах. Светосила телеобъективов снижается с увеличением фокусного расстояния, что соответствует повышенным требованиям к глубине резкости при съемке удаленных объектов.

4. Изобразительные преимущества телеобъективов при съемке художественных фильмов проявляются, во-первых, в том, что удается четко отделять по резкости изображения сюжетно-важные объекты и персонажи и тем самым усиливать эффект внимательного рассматривания; во-вторых, съемка телеобъективами позволяет создать иллюзию замедленного движения персонажа или объекта по направлению к кинокамере. Это достигается благодаря тому, что при съемке телеобъективами масштаб изменяется в меньшей степени, чем при съемке объективами с нормальным фокусным расстоянием.

5. При съемке телеобъективами четкость изображения снижается. Снижение четкости изображения мелких деталей происходит из-за увеличения смаза изображения, вызванного вибрацией аппарата, усиления воздействия тепловых атмосферных потоков, повышения светорассеяния внутри объектива, которое снижает контрастность и четкость оптического изображения.

6. Четкость изображения можно повысить усиленным диафрагмированием, а также увеличением частоты съемки или уменьшением угла открытия обтюратора.

Таблица 3.16. **Кинематографические телеобъективы**

Наименование	Фокусное расстояние f, мм	Относительное отверстие T	Наименование	Фокусное расстояние f, мм	Относительное отверстие T
Hasselblad Zeiss Optics	150	2,8	Hasselblad Zeiss Optics	500	8
Samcine Harris Super Leitz	180	2,8	Canon	800	5,6
Samcine Kilfitt Zoomar	180	1,6	Nikon	1200	11
Nikon	200	2	Canon	1200/1700	5,6/8
Hasselblad Zeiss Optics	250	4	«Astro»	2000	–
Canon	300/600	2,8/5,6	Samcine Nikon «Catodioptric»	2000	11

Таблица 3.17. **Телеобъективы с переменным фокусным расстоянием**

Наименование	Фокусное расстояние f, мм	Относительное отверстие T	Наименование	Фокусное расстояние f, мм	Относительное отверстие T
Angenieux	25–625	8	Tamana	25–500	6,3
Cooke	25–625	4	Century	150–600	5,6
Samcine Nickon	50–300	4,5	Canon «Multi-focal»	150–600	5,6
Cosmovision	50–500	6,3			

Оптические удлинители кинообъективов

1. При отсутствии телеобъективов для увеличения масштаба изображения удаленных объектов используются насадки. Насадки устанавливаются в заднем фокальном отрезке между последней линзой и пленкой как в дискретных объективах, так и в объективах с переменным фокусным расстоянием. Насадки могут обеспечивать различное увеличение масштаба — обычно от 1,4 до 2 раз. Увеличивать фокусное расстояние основного объектива более чем в 2 раза нецелесообразно из-за резко возрастающих остаточных аберраций основного объектива, ухудшающих качество изображения.

2. Для увеличения угла поля зрения основного объектива используются афокальные насадки — оптические удлинители, относящиеся к оптическим устройствам телескопического типа. Название «афокальная насадка» подчеркивает, что фокус устройства находится в бесконечности.

При установке такой насадки впереди основного объектива значение диафрагмы не изменится, так как фокусное расстояние основного объектива уменьшается пропорционально увеличению афокальной насадки. Качество изображения выше при использовании насадок, устанавливаемых впереди основного объектива.

3. Для достижения высокой четкости изображения диафрагма при использовании насадки должна быть не меньше F11. Двукратное изменение масштаба изображения с помощью насадки требует такого же двукратного увеличения освещенности.

4. Второй тип оптических удлинителей — насадки с переменным фокусным расстоянием. Они позволяют изменять масштаб изображения, превращая используемый объектив в трансфокатор. К этому типу относится, например, насадка Extender 20–100.

В насадках второго типа уменьшение экспозиции с увеличением фокусного расстояния происходит в меньшей степени. Например, при увеличении фокусного расстояния примерно в восемь раз (от f18 до f150) требуется увеличение экспозиции всего на одно деление диафрагмы. А при увеличении фокусного расстояния экстендером в четыре раза требуется изменение экспозиции всего лишь на 1/3 деления диафрагмы.

Определение параметров съемки с движением

Ниже представлены зрительно обоснованные исходные данные, использованные при составлении таблиц для съемок с движением в кадре.

1. При панорамировании и при движении камеры четкость изображения по направлению движения снижается вследствие фотографического смаза, образующегося за время экспонирования (1/50 с). Чем больше угловая или линейная скорость, тем длиннее смаз на пленке и меньше четкость изображения.

2. При обзорной панораме оптимальным по четкости на границах резкоизображаемого пространства (500 ТВЛ) является смаз C_o = 0,2% от ширины кинокадра. Для нормального кинокадра (22x16 мм) значение оптимального смаза C_o = 0,044 мм. Для следящей панорамы приемлем больший смаз, увеличенный в два и четыре раза: $C_п$ = 0,09 мм, $C_к$ = 0,18 мм.

3. Оптимальная скорость и продолжительность обзорной панорамы задается в справочнике показателем визуального контроля: поворот на одну ширину кадра должен быть не менее 10 с, а при повороте камеры на две ширины кадра требуется 20 с. При любом фокусном расстоянии достигается четкость 500 ТВЛ.

Если же допустить снижение четкости до 350 ТВЛ, то поворот на одну ширину кадра можно уменьшить до 7 с, на две ширины кадра до 15 с.

4. При съемке движущихся объектов скорость не ограничивается, но для приемлемой четкости требуется уменьшить величину смаза в плоскости фокусировки до зрительно привычного значения. Если исходить из скорости движения пешехода: V = 3,6 км/ч (1 м/с), то привычный смаз в плоскости объекта за 1/50 с достигает 20 мм. При рассматривании пешехода в полный рост (O184, M1:112), смаз на пленке достигнет 0,18 мм: $C_к$ = 20/112. Он соответствует четкости 125 ТВЛ и является критическим в том смысле, что превышение этого значения характеризует стремительность движения, а его уменьшение подчеркивает статичность кадра.

5. Ниже указаны значения оптимальной V_o и критической $V_к$ скоростей движения при съемке объектов высотой h = 5 м и 10 м, которые использовались в дальнейшем при составлении таблиц.

Высота h, м Масштаб M	5 1:320	10 1:640	Высота h, м Масштаб M	5 1:320	10 1:640
Скорость V_o, км/ч м/с	2,5 0,7	5 1,4	Скорость $V_к$, км/ч м/с	10 2,8	20 5,6

Киносъемка удаленных движущихся объектов

1. В табл. 3.18 представлены данные для поиска оптимальных параметров съемки удаленных быстродвижущихся объектов.

Эти данные пригодны также для оптимизации аэросъемки земной поверхности в заданном масштабе с летящего самолета.

2. При аэросъемке земной поверхности требуются более четкие изображения. Для этого по данным табл. 3.18 необходимо согласовать значения дистанции съемки, фокусное расстояние объектива и скорость движения кинокамеры с требуемым масштабом и ожидаемой четкостью изображения. Для удобства пользования в нижней части таблицы показан смаз в плоскости объекта С/М. Он характеризует минимальные размеры различимых деталей в объекте съемки.

Пример. Аэросъемка проводится с частотой 24–25 к/с при полном открытии обтюратора. При скорости движения 640 км/ч смаз на пленке $C_к$ равен 0,18 мм, четкость – 125 ТВЛ.

Если съемка проводится в масштабе М1:20 000 (высота картинной плоскости h = 320 м), то смаз в плоскости объекта $C_к$/М достигнет 3,6 м. Для съемки в таком масштабе с высоты А = 4 км потребуется объектив с фокусным расстоянием f200.

3. Если требуется повысить четкость изображения до приемлемого значения, так, чтобы минимально различимая деталь была в четыре раза меньше, необходимо увеличить частоту киносъемки с 24 до 100 к/с.

4. Если проводится съемка быстродвижущихся наземных объектов (например автомашин, движущихся со скоростью 80–160 км/ч) оптимизация съемки заключается в выборе максимально приемлемой крупности плана, т. е. минимально возможной по высоте картинной плоскости h. Если требуется получить изображение с едва приемлемым смазом $C_к$ при частоте съемки 50 к/с, относительная скорость объекта не должна превышать $V_у$, так что при абсолютной скорости 80–160 км/ч допустимая высота картинной плоскости h равна 40–80 м. Смаз изображения в плоскости объекта (автомашины) равен 44–88 см. Если съемка проводится с дистанции А = 1 км, то потребуется объектив f(400–200). Продолжительность изображения движущегося объекта в неподвижном кадре при указанных значениях f составит 2,5 с (оптимизация съемки следящей панорамой представлена в табл. 3.18 и 3.19).

Таблица 3.18. **Киносъемка удаленных движущихся объектов**

Масштаб М	1:640	1:12 500	1:25 000	1:50 000	1:10 000	1:20 000	Смаз для частоты съемки, к/с		
Высота h, м	10	20	40	80	160	320	100	50	24
Ряд	Скорость движения объекта V, км/ч								
V1	5	10	20	40	80	160	–	–	$C_о$
V2	10	20	40	80	160	320	–	$C_о$	$C_у$
V3	20	40	80	160	320	640	$C_о$	$C_у$	$C_к$
V4	40	80	160	320	640	1280	$C_у$	$C_к$	$2C_к$
V5	80	160	320	540	1280	–	$C_к$	$2C_к$	–
Фокус f, мм	Расстояние до объекта А, м						Продолжительность изображения объекта в кадре, с		
25	16	32	64	125	250	500	$C_о$ – 10		
50	32	64	125	250	5000	1000	$C_у$ – 5		
100	64	125	250	5000	1000	2000	$C_к$ – 2,5		
200	125	250	500	1000	2000	4000	$2C_к$ – 1,25		
400	250	500	1000	2000	4000	8000			
800	500	1000	2000	4000	8000	–			
	Смаз в плоскости объекта С/М, см								
$C_о$/М	3	6	11	22	44	88			
$C_у$/М	6	11	22	44	88	1,8			
$C_к$/М	11	22	44	88	1,8	3,6			

Пример. Аэросъемка в масштабе М1:10 000 (высота картинной плоскости h = 160 м), скорость объекта 640 км/ч (ряд V4). Для съемки с высоты А = 4 км требуется f400. При съемке с частотой 100 к/с – смаз $C_у$, четкость – 250 ТВЛ. Минимально различимая деталь – смаз в плоскости объекта $C_у$/М составляет 88 см. Длительность изображения объекта в кадре 5 с.

Киносъемка следящей панорамой

1. Киносъемка следящей панорамой удаленных быстродвижущихся объектов затруднена двумя обстоятельствами: весьма высокой угловой скоростью панорамирования, затрудняющей поиск движущегося объекта в кадре, и неустойчивостью изображения объекта в кадре при попытке увеличения крупности изображения для лучшего различия деталей.

2. Съемка следящей панорамой подразделяется на два последовательных этапа: «поиска объекта» и «увеличение крупности изображения объекта».

3. При съемке вариообъективом нет необходимости в знании дистанции и скорости движения объекта. Достаточно того, что поиск объекта начинается в широком поле изображения, т. е. при малых значениях фокусного расстояния.

Укрупнение изображения осуществляется до тех пор, пока удается удерживать объект в кадре.

4. Для большей четкости изображения и более длительного изображения объекта на киноэкране, необходимо увеличить частоту съемки. Однако ее изменение не уменьшает трудностей слежения за объектом.

5. В табл. 3.19 показана зависимость угловой скорости панорамы от линейной скорости движения объекта при ориентировочной дистанции до него. Там же дана оценка приемлемости угловой скорости панорамы для «ручного» поиска объекта в кадре (при известном направления его движения).

Таблица 3.19. **Угловая скорость при заданных параметрах**

Угловая скорость, °/с	Линейная скорость объекта V (км/ч) для дистанции А, м					Оценка скорости
	125	250	500	1000	2000	
10	80	160	320	640	1280	Едва приемлемая
5	40	80	160	320	640	Вполне приемлемая
2,5	20	40	80	160	320	Удовлетворительная

Пример. При дистанции А = 125 м до автомашины, движущейся со скоростью 80 км/ч (22,2 м/с) угловая скорость слежения весьма высока — 10 °/с. Действительно, за 6 с объект перемещается в поле зрения на 60°. Если же дистанция в два раза больше, то угловая скорость снижается до 5 °/с, что уже приемлемо для поиска объекта в кадре при широкоугольном обзоре. Однако эта угловая скорость может оказаться слишком большой для устойчивого удержания в кадре изображения объекта, если фокусное расстояние сильно увеличено. Ограничения на крупность изображения представлены в табл. 3.20. Они распространяются на съемку объективами с постоянным и переменным фокусным расстоянием.

Оптимизация киносъемки следящей панорамой

1. При киносъемке следящей панорамой объективом с постоянным фокусным расстоянием необходимы предварительные сведения о возможной скорости объекта и ожидаемой дистанции до него.

2. Оптимизация режима съемки сводится к выбору такого фокусного расстояния, при котором крупность изображения X движущегося объекта получалась бы достаточно большой, а устойчивость его изображения оставалась удовлетворительной.

3. Критерием устойчивости может быть сдвиг изображения в кадре за односекундную остановку камеры при повороте Z (%). Фокусное расстояние должно быть таким, чтобы этот сдвиг не превышал 80% ширины кадра.

4. Размер объекта в табл. 3.20 равен 5 м. Крупность изображения X определяется относительном размером объекта в рамках кадра. Например, X = 1/4 означает, что объект занимает 1/4 часть ширины или высоты кадра. Крупность изображения X = 1/32 следует считать предельно малой по различимости деталей, т. к. на весь 5-метровый объект по направлению движения приходится 15 ТВЛ.

Таблица 3.20. **Варианты оптимального фокусного расстояния**

Параметры	Линейная скорость V (км/ч) для предполагаемой дистанции А, м								Оценка угловой скорости
	125		250		500		1000		
Угловая скорость, °/с									
10	80		160		320		640		Едва приемлемая
5	40		80		160		320		Вполне приемлемая
2,5	20		40		80		160		Удовлетворительная
Фокусное расстояние f, мм	Варианты в выборе двух параметров X и Z, %								Оценка устойчивости
50	1/8	20	1/16	20	1/32	20	—	—	20% – вполне приемлемая
100	1/4	40	1/8	40	1/16	40	1/32	40	40% – приемлемая
200	1/2	80	1/4	80	1/8	80	1/16	80	80% – едва приемлемая

Пример. Линейная скорость объекта V = 160 км/ч. Дистанция — 500 м. Соответствующая угловая скорость 5 °/с — вполне приемлема для поиска объекта. Чтобы изображение было устойчивым, сдвиг его за 1 с не должен превышать 40%. Для этого съемка должна проводиться объективом f100 при крупности изображения X = 1/16. Если дистанция А = 250 м, то крупность изображения может быть увеличена в два раза — до X = 1/8 без ухудшения устойчивости изображаемого объекта в кадре, но с большим затруднением в поиске объекта (при 10 °/с).

5. Данные табл. 3.20 пригодны для прогнозирования съемки следящей панорамой, в том числе объективами с переменным фокусным расстоянием.

Таблица 3.21. **Параметры макросъемки укрупненных киноизображений**

Параметры съемки	Сверхкрупное изображение мелких предметов (высота объекта от 2 до 8 см)				Укрупненное изображение деталей лица и головы (высота объекта от 8 до 32 см)				
Крупность объекта[1] h, см	2	3	4	6	8	11	16	У23	У32
Масштаб М	0,8	0,55	0,4	0,3	0,2 1:5	0,15 1:7	0,10 1:10	0,07 1:14	0,05 1:20
Угол α, °	2,2	2,8	3,5	4,5	6	8	11	15	21
Фокусное расстояние f, мм	Расстояние от объектива до объекта А, см								
18	–	5	6,3	8	11	14	19	27	36
25	5	7	9	11	15	20	27	37	52
35	7	10	12	16	21	28	38	57	72
50	10	14	18	22	30	40	56	75	105
60–65	12	16	21	27	36	48	66	90	120
75	14	20	25	32	42	56	77	105	150
100	20	28	35	45	60	80	110	150	200
120–135	24	32	42	57	72	96	130	200	300
Диафрагма F	Глубина резкоизображаемого пространства L, мм								
5,6	0,8	1,2	2,2	4	8	17	35	70	140
8	1,1	2	3,5	6	12	25	50	100	200
11	1,6	3	5	8	16	35	70	140	280
16	2,2	4	7	12	24	50	100	200	400
Коэфф. усиления освещенности	x 3,1	x 2,8	x 2,2	x 2	x 1,6	x 1,4	x1,1	x 1	x 1
Увеличение экспозиции[2]	2	2	1	1	2/3	1/2	1/3	0	0

[1] Крупность снимаемого объекта h указана для съемки на 35-мм кинопленку. При тех же параметрах съемки (α = A/f) крупность изображения в кадре на 16-мм пленке будет в два раза меньше (например, высота изображения будет равна 3 см вместо 6 см (М=0,3).
[2] В делениях диафрагмы.

Макросъемка укрупненных и сверхкрупных планов

1. Макросъемка — это съемка с близкого расстояния в крупном и сверхкрупном масштабе. Ранее к макросъемкам относили съемки, в которых масштаб изображения менялся в весьма широком интервале — от 1:10 до 10:1.

В настоящее время к макросъемкам относят съемки, проводимые в укрупненном масштабе (до 1:5), с глубиной резкоизображаемого пространства, измеряемой в сантиметрах. Съемки в сверхкрупном масштабе (от 1:5 до 10:1) называются специальными макросъемками. Глубина резкоизображаемого пространства при таких съемках измеряется в миллиметрах.

2. Макросъемка укрупненных изображений в игровых сценах (в художественных и документальных фильмах) проводится обычными кинокамерами с близкого расстояния. Фокусировка (до 1 см) осуществляется изменением дистанции. Это оказывается более удобным и более точным по сравнению с наводкой на резкость по шкале дистанций.

3. Специальные макросъемки применяются главным образом в научных, научно-популярных и учебных целях. Они осуществляются с помощью специальных стационарных установок, обеспечивающих достаточную точность фокусировки (до десятых долей миллиметра) и такую же неизменность дистанции во время съемки.

4. В табл. 3.21 представлены дистанции и фокусные расстояния, необходимые для получения укрупненных и сверхкрупных изображений в требуемом масштабе с соответствующей глубиной резкоизображаемого пространства. (К укрупненным планам относится изображение частей лица и мелких предметов в картинной плоскости высотой не менее 7–8 см и с глубиной резкоизображаемого пространства не менее 1 см.)

5. Для макросъемки укрупненных изображений применяются макрообъективы (Макро), обладающие в отличие от обычных, повышенной разрешающей способностью: до 80 лин/мм (вместо 50–60 лин/мм).

6. Макрообъективы выпускаются в широком ассортименте, как с изменением фокусного расстояния от f9 до f135, так и с постоянным фокусным расстоянием без регулируемой фокусировки.

Для специальных съемок макрообъективы выпускаются с перекрывающимися интервалами возможных дистанций.

Таблица 3.22. **Коэффициенты изменения параметров макросъемки в зависимости от фокусного расстояния**

Высота[1] h, мм	Масштаб M	Расстояние от пленки до объекта (a+b)	Расстояния от пленки до объектива b	Выдвижение объектива c	Расстояние от объектива до объекта a	Увеличение экспозиции[2] и коэфф. усиления освещенности	
160	1:10	12,1	1,1	0,1	11	1/3	x 1,1
110	1:7	9,05	1,15	0,15	8	1/2	x 1,4
80	1:5	7,2	1,2	0,2	6	2/3	x 1,56
64	1:3,5	5,8	1,3	0,3	4,5	1	x 2
32	1:2	4,5	1,5	0,5	3	$1\frac{1}{2}$	x 2,8
24	1:1,5	4,2	1,7	0,7	2,5	–	–
16	**1:1**	**4,0**	**2,0**	**1,0**	**2,0**	**2**	**x 4**
	1,5:1	4,17	2,5	1,5	1,67	$2\frac{1}{2}$	x 6
8	2:1	4,5	3,0	2,0	1,50	$3\frac{1}{2}$	x 12
	3:1	5,33	4,0	3,0	1,33	4	x 16
4	4:1	6,28	5,0	4,0	1,29	$4\frac{1}{2}$	x 24
	5:1	7,2	6,0	5,0	1,2	5	x 32
2,7	6:1	8,17	7,0	6,0	1,17	$5\frac{1}{2}$	x 48
	7:1	9,14	8,0	7,0	1,14	$5\frac{2}{3}$	x 56
2	8:1	10,12	9,0	8,0	1,12	$6\frac{1}{3}$	x 70
	9:1	10,1	10,0	9,0	1,11	$6\frac{1}{2}$	x 96
1,6	10:1	12,1	11,0	10,0	1,10	7	x 128

[1] Высота объекта указана для съемки на 35-мм кадр. При съемке на 16-мм кадр высота объекта будет в два раза меньше.
[2] Выраженное в делениях диафрагмы

Указанные в табл. табл. 3.22 коэффициенты, после умножения на величину фокусного расстояния объектива, позволяют вычислить абсолютные значения параметров съемки (в мм). Например, при съемке в масштабе 5:1 объективом f50, дополнительное выдвижение объектива должно достигать (при C = 5,0) 50·5 = 250 мм. При съемке в масштабе 1:5 достаточно выдвижения объектива на 50·0,2 = 10 мм.

Для выдвижения объективов при макросъемках укрупненных изображений используются переходные кольца подходящей высоты.

Параметры специальной макросъемки

1. При макросъемке в сверхкрупном масштабе приходится согласованно изменять дистанцию съемки и осуществлять дополнительное выдвижение объектива в зависимости от требуемого масштаба изображения.

2. В табл. 3.22 представлены коэффициенты (a, b, c) для вычисления съемочных параметров (A, B, C) — дистанции до объекта, расстояния до кинопленки и дополнительного выдвижения объектива. Численные значения этих параметров определяются умножением фокусного расстояния на соответствующие коэффициенты:

$$A = a \cdot f;\ B = b \cdot f;\ C = c \cdot f.$$

Пример 1. Используется объектив с фокусным расстоянием f50 для съемки в масштабе M1:5, что соответствует получению укрупненного изображения деталей лица с высотой картинной плоскости h=8 см. С помощью данных табл. 3.21 можно определить:

A+B — расстояние от пленки до объекта: 7,2·50 = 360 мм;
B — расстояние от пленки до объектива: 1,2·50 = 60 мм;
A — расстояние от объектива до объекта: 6·50 = 300 мм;
C — дополнительное выдвижение объектива: 0,2·50 = 10 мм.
Требуемое увеличение экспозиции — 1/2 деления диафрагмы.

Пример 2. Съемка в сверхкрупном масштабе. Требуется получить изображение детали размером 3 мм в масштабе M5:1. Для этого при f50 необходимо определить:

(A+B) = 7,2·50 = 360 мм; B = 6·50 = 300 мм;
A = 1,2·50 = 60 мм; C = 5·50 = 250 мм.

В наибольшей мере требуется увеличить дополнительное выдвижение объектива (C = 250 мм) и повысить освещенность: на 5 делений диафрагмы (в 32 раза по сравнению с экспонометрически нормальной).

3. При съемке с малой дистанции масштаб изображения M зависит от расстояния A до объекта нелинейно: M = f/(A – f). Поэтому основным регулирующим параметром макросъемки оказывается дистанция A. Ее значение определяется произведением фокусного расстояния f на масштабный коэффициент a: A = f · a, где a = 1 + 1/M.

Формула макросъемки

1. Важнейшая формула макросъемки — это формула уточненного вычисления масштаба при съемке с малых дистанций.

Когда расстояние до объекта приближается к фокусному расстоянию объектива, значение масштаба становится нелинейно изменяющимся в зависимости от фокусного расстояния: $M = f/(A-f)$. Эта формула для удобства записывается в виде зависимости дистанции A от требуемого масштаба M. В ней фокусное расстояние f играет роль коэффициента пропорциональности:

$$A = f \cdot (1 + 1/M) = f \cdot a.$$

2. Значения параметра $a = 1 + 1/M$ сравнительно просто вычисляются по заданному масштабу изображения или по крупности объекта h.

Крупность объекта h, см	8	11	16	У23	У32
Масштаб изображения M	0,2 1:5	0,15 1:7	0,1 1:10	0,07 1:14	0,05 1:20
$a = 1 + 1/M$	6	8	11	15	21

3. Согласно этой формуле «наводку на резкость» при макросъемке значительно проще, удобнее и точнее проводить изменением дистанции A до объекта, чем фокусировкой у кинообъектива.

По этой же причине в макросъемках чаще применяются макрообъективы с точно фиксированным постоянным фокусным расстоянием (табл. 3.22).

Пример. При масштабе M1:5 (h = 8 см) значение a равно 6; при большем увеличении M5:1 (h = 3,25 мм) коэффициент $a = 1,2$.

При составлении табл. 3.20 и 3.21 указанная выше формула и, в частности, вычисленное значение параметра масштабирования (a), использовались как базовые для вычисления остальных параметров макросъемки.

Таблица 3.23. **Параметры специальной макросъемки с использованием комплекта из четырех макрообъективов с постоянным фокусным расстоянием f 90, 65, 35 и 22 мм**

Параметры съемки	Крупность изображаемого объекта h, мм				
	13	8	4	2	1
Масштаб M	1,2:1	2:1	4:1	8:1	16:1
$a = 1 + 1/M$	1,83	1,5	1,25	1,125	1,063
Фокусное расстояние f, мм	Интервалы изменения дистанции A, мм				
90	165	135	113	–	–
65	–	–	81	73	69
35	–	–	–	39	37,5
22	–	–	–	–	23,5
Диафрагма F	Глубина резкоизображаемого пространства L, мм				
11	0,80	0,40	0,17	0,09	0,04
8	0,60	0,30	0,12	0,60	0,03
5,6	0,40	0,20	0,08	0,40	0,02
4	0,30	0,14	0,06	0,03	0,01
	Увеличение экспозиции[1]				
Изменение дифрагмы	$-2^1/_2$	$-3^1/_2$	$-4^1/_2$	–6	–8
Коэфф. повышения освещен.	x 2,8	x 5,6	x 11	x 64	x 256

[1] Увеличение экспозиции, выраженное в делениях диафрагмы dF и в значениях коэффициента повышения освещенности $K_э$, которые требуются при изменении масштаба макроизображения (это повышение экспозиции дополнительно к тому, которое необходимо для повышенной диафрагмы, выбранной для заданной глубины резкости по табл. 3.21).

Применение насадочных линз

1. Насадочные линзы (диоптры) применяются для изменения фокусного расстояния f конкретного объектива с целью получения требуемого для макросъемки эквивалентного фокусного расстояния. Уменьшение фокусного расстояния осуществляется с помощью «положительных» линз, увеличение — с помощью «отрицательных» линз.

2. Оптическая характеристика линз указывается в диоптриях. Ее численная величина определяется обратным значением фокусного расстояния линзы. Одной диоптрией (1 D) обладает «положительная» линза с фокусным расстоянием в 1 м (f1000).

«положительные» линзы двояковыпуклые, применяются для уменьшения фокусного расстояния объектива	«отрицательные» линзы вогнутые, применяются для увеличения фокусного расстояния объектива
1 D = 1/1000	–1 D = 1/(–1000)
2 D = 1/500	–2 D = 1/(–500)
4 D = 1/250	–4 D = 1/(–250) и т. д.

3. Вычисление эквивалентного (суммарного) фокусного расстояния f проводится по фокусным расстояниям исходного объектива fo и линзы fл с помощью «формулы тонкой линзы», записанной в удобном для расчета виде: $f = (f_o \cdot f_л)/(f_o + f_л)$.

Пример 1. Требуется определить эквивалентное фокусное расстояние f при объективе f_o=20 мм, взятом в комплекте с «положительной» линзой 4 D ($f_л$ = 250 мм) или с «отрицательной» линзой –4 D ($f_л$ = –250 мм):

$f = 250 \cdot 20/(250 + 20) = 18{,}5$ мм (вместо f_o = 20 мм),

$f = -250 \cdot 20/(-250 + 20) = 21{,}7$ мм (вместо f_o = 20 мм).

4. Вычисление фокусного расстояния насадочной линзы $f_л$, требуемой для достижения заданного эквивалентного фокусного расстояния f в комплекте с объективом f_o, осуществляется по формуле, записанной в следующем виде:

$$f_л = (-f_o \cdot f)/(-f_o + f).$$

Пример 2. Требуется вычислить фокусное расстояние насадочной линзы $f_л$, необходимое для достижения «эквивалентного» фокусного расстояния f50 и f25 при исходном объективе f_o = 35 мм:

$f_л = (-35 \cdot 50)/(-35 + 50) = -116{,}6$ мм, или: –8,58 D;

$f_л = (-35 \cdot 25)/(-35 + 25) = +87{,}5$ мм, или: +11,43 D.

Пример 3. Требуется вычислить эквивалентные фокусные расстояния для объектива f_o = 35 мм, применяемого с линзами +5 D и –5 D, имеющими фокусное расстояние $f_л$ = 200 мм и –200 мм:

$f(+) = 35 \cdot 200/(35 + 200) = 30$ мм,

$f(-) = 35 \cdot (-200)/(35 - 200) = 42{,}4$ мм.

Эти фокусные расстояния характерны для нормального зрения привычной фокусировки глаза на разноудаленные объекты +5D и –5D.

Характеристика кинообъективов по качеству изображения

1. Качество оптического киноизображения характеризуется резкостью контуров и четкостью изображения мелких деталей, правильностью воспроизведения формы и размеров деталей, равномерностью распределения по полю кадра светопропускания, разрешающей способности и геометрических искажений.

2. Контроль за резкостными свойствами кинообъективов осуществляется двумя взаимодополняющими способами:

- определением разрешающей способности объективов по мирам высокого контраста;
- определением функции передачи модуляции (ФПМ — MTF), характеризующей частотно-контрастные свойства объектива.

3. Разрешающая способность кинообъектива R определяется проекционным способом по тест-объектам — мирам высокого (абсолютного) контраста. Она выражается значениями R (лин/мм) — пространственной частотой наиболее мелких штрихов, которые едва различаются в оптическом изображении миры (табл. 3.24).

4. Разрешающая способность кинообъектива дает наглядное представление о минимальном размере изображаемых деталей. Методика ее определения проста, надежна и воспроизводима. Разрешающая способность может быть без затруднений определена в нескольких участках кадра, а также за разными светофильтрами. По разрешающей способности кинообъективы можно сравнивать с кинопленками и со светочувствительными матрицами (ПЗС) видеокамер.

5. Частотно-контрастные характеристики кинообъектива определяются по тест-объектам, имеющим «косинусоидальное» распределение почернения штрихов и сравнительно невысокий их контраст. Сравнением изображения нерезких штрихов с фотографическими оригиналами определяется относительное уменьшение контраста этих штрихов. По результатам испытания вычерчивается частотно-контрастная функция, показывающая (в %) уменьшение контраста штрихов при увеличении их пространственной частоты. Указанная функция также называется «функцией передачи модуляции» (ФПМ) или Modulation Transfer Function (MTF).

6. Жесткорисующими кинообъективами считаются те, у которых разрешающая способность не менее 50 лин/мм и на этой контрольной частоте значение ФПМ не менее 40–50%.

7. Мягкорисующими объективами считаются те, у которых значение ФПМ (MTF) на контрольной частоте 50 лин/мм меньше 50%, но на зрительно критической частоте 25 лин/мм значение коэффициента модуляции не меньше 50% (см. табл. 3.24 и 3.25).

Таблица 3.24. **Разрешающая способность кинообъективов различной светосилы**

Фокусное расстояние f, мм	Мин. диафрагма F	Разрешающая способность R, лин/мм		Освещенность на краю кадра, %
		в центре кадра	по краю кадра	
Ультракороткофокусные				
18	2,8	64	30	25
22	2,0	50	25	25
22	2,8	66	35	30
Короткофокусные				
28	1,3	45	20	30
28	2,0	53	30	43
Нормальные				
35	1,4	50	25	30
35	2	55	25	50
35[1]	3,5	82	38	40
50	2	60	32	40
65[1]	4,5	82	44	40
Длиннофокусные				
75	2	54	36	72
90[1]	4,5	72	42	40
150	4	50	35	80
250	2,8	40	30	86
300	3,5	33	28	90
500	5,3	42	33	95

[1] Макрообъективы, специально сконструированные для получения повышенной четкости изображения при съемке мелких предметов с близкого расстояния (при F(3,5-4,5), разрешающая способность 82/44 лин/мм).

Представленные в табл. 3.24 данные иллюстрируют тот факт, что снижение значения диафрагмы (с F2,8 до F2), обеспечивающее повышение светосилы в два раза, приводит к уменьшению разрешающей способности кинообъективов (с 64/35 лин/мм до 53/25 лин/мм). Разрешающая способность на краях кадра едва достигает 30 лин/мм. При дальнейшем уменьшении значения диафрагмы (от F2 до F1,4), когда светосила снова повышается еще в два раза, происходит устойчивое снижение разрешающей способности кинообъектива (до 50/25 лин/мм).

Разрешающая способность длиннофокусных кинообъективов заметно меньше, чем короткофокусных и нормальных даже при увеличенных значениях диафрагмы. Вместе с тем разрешающая способность этих кинообъективов и светораспределение по полю кадра более ровные.

Четкость и разрешающая способность

1. Общепринятое ограничение глубины резкоизображаемого пространства кружком допустимой нерезкости с диаметром Z, равным 0,2% от высоты кинокадра, соответствует довольно высокой четкости изображения: 500 ТВЛ (0,2% — 1/500).

2. На 35-мм кинопленке диаметр кружка допустимой нерезкости принят Z = 0,032 мм и U/Z = 16/0,032 = 500 ТВЛ.

Таким образом устанавливается однозначное соответствие разрешающей способности R и четкости изображения, выраженной количеством ТВ-линий: 500 ТВЛ эквивалентны 32 лин/мм.

3. Соотношения четкости изображения и разрешающей способности в 35-мм кинокадре представлены ниже:

- 1000 ТВЛ — R = 64 лин/мм — очень высокая четкость (ТВЧ);
- 700 ТВЛ — R = 50 лин/мм — высокая четкость;
- 500 ТВЛ — R = 32 лин/мм — вполне приемлемая четкость;
- 350 ТВЛ — R = 24 лин/мм — приемлемая четкость;
- 250 ТВЛ — R = 16 лин/мм — едва приемлемая четкость.

(250 ТВЛ — четкость изображения бытового видеомагнитофона.)

4. Разрешающая способность ТВ-камер и видеоизображения определяется с помощью таких же мир, какие используются для контроля оптики и кинопленок; определяется лишь четкость в ТВЛ.

5. В современных цифровых телекамерах четкость изображения по горизонтали достигает 700 и 850 ТВЛ. По вертикали в ТВ652 активных строк 546, а в ТВ525(HTSC) — 480. Это соответствует разрешающей способности (50 лин/мм) цветных негативных кинопленок. Однако при видеозаписи четкость снижается сильнее, чем при копировании на кинопленку.

6. Ниже представлено ориентировочное уменьшение четкости и глубины резкоизображаемого пространства в зависимости от уменьшения значения диафрагмы (или светосилы) кинообъектива (из табл. 3.24).

Параметры	Диафрагма F				
	4,5	3,5	2,8	2	1,4
Разрешающая способность объектива R, лин/мм в центре кадра по краю кадра	 82 44	 82 38	 66 35	 53 30	 50 25
Четкость изображения в общих планах (по краю кадра), ТВЛ	630	550	500	350	250
Частотно-контрастные характеристики объективов ФПМ (% на 50 лин/мм)	–	–	50	40	30
Глубина резкоизображаемого пространства L (см) для К64	40	35	28	20	14

Взаимосвязь формата кадра и четкости изображения

1. Современные цветные негативные кинопленки, так же как «резкорисующие» кинообъективы, имеют весьма высокую разрешающую способность (50–65 лин/мм). Поэтому в нормальном 35-мм негативном кинокадре четкость изображения может достигать 700 ТВЛ.

2. При изменении формата кадра на 35-мм кинопленке от 1,37:1 до 1,66:1 и 1,85:1 высота кадра снижается на 20–35%. Соответсвенно уменьшается четкость изображения по вертикали кадра, которая наиболее критична в портретных планах.

Изменение четкости изображения по горизонтали зрительно не столь заметно вследствие привычного перемещения взгляда по горизонтали за движущимися объектами (т. е. вследствие визуального смаза).

3. При изменении формата кадра, а тем более при переходе на 16-мм кинопленку, вследствие уменьшения вертикальной четкости интуитивно изменяется композиция кинокадра: чем меньше высота кадра, тем больше крупных планов и тем меньше общих планов с мелкими деталями. Ниже показано уменьшение четкости при уменьшении размера кадра.

Разрешающая способность кинообъектива R, лин/мм	Четкость изображения в кинокадре, ТВЛ		
	35-мм	16-мм	ТВ-камера[1]
64	1000	500	700
50	700	350	500
32	500	**250**[2]	350
25	350	175	**250**[2]

[1] ТВ-камера с 18-мм матрицей ПЗС (2/3").
[2] Четкость бытового видеомагнитофона.

4. Разрешающая способность пленок и телевизионных матриц ПЗС дает лишь приблизительное представление о возможной четкости изображения, поскольку при записи на видеоленту разрешающая способность ТВ-камер снижается в 2–3 раза (до 450–250 ТВЛ). При копировании на высокоразрешающую позитивную кинопленку (R = 100 лин/мм) четкость изображения в фильмокопии оказывается близка к четкости в негативном изображении.

5. Еще большие различия возникают при воспроизведении градации тонов и четкости мелких деталей, особенно в тенях изображения. В негативных кинопленках четкость мелких деталей и градация тонов в тенях изображения почти такие же, как «в светах». Причем в тенях сохраняется четкость даже цветных деталей.

В видеоизображении, напротив, четкость и контрастность воспроизведения тонов, особенно цветных, существенно снижается в тенях. Поэтому регулировать светлоту и цветовой тон изображения в видеозаписи без потери четкости не удается.

Визуальная оценка кинообъективов

1. Частотно-контрастные характеристики ФПМ (MTF) выражают зависимость потери контраста оптического изображения мелких деталей по отношению к объекту съемки только в плоскости фокусировки.

Разрешающая способность R (лин/мм) тоже характеризует воспроизведение деталей плоского объекта. Эти характеристики важны в аэрофотографии и в копировальных процессах.

2. Съемочные объективы в отличие от репродукционных предназначены для изображения объемных форм и пространственного расположения разноудаленных предметов. Поэтому для кинообъективов важна четкость изображения не только в одной плоскости, но и в «пространстве объемных форм».

3. Измерительных методов для характеристики четкости объемных форм не существует. Поэтому оценка четкости изображения объемных форм и фактуры поверхности осуществляется визуально, например, по результатам экранного сравнительного просмотра.

4. Ведущие оптические фирмы традиционно используют визуальный контроль для оценки кинообъективов по таким качественным признакам, как «пластичность», «мягкость», «брильянтность» изображения. В результате создаются фирменные кинообъективы, которые различаются соотношением неполностью устраненных разнотипных аберраций.

Вибрация — резкостной фактор

1. Четкость оптического изображения в кинокамере зависит от свойств объектива, точности его крепления в объективодержателе и точности фокусировки. Четкость изображения уменьшается при вибрации аппарата (вибрация вызывает вертикальный смаз).

2. Высокий уровень шума в работающем аппарате является показателем усиленной вибрации. Для повышения четкости изображения нужно по возможности устранить причины вибрации, а при съемке рекомендуется уменьшить угол открытия обтюратора, снижая тем самым величину смаза.

3. Возникновение вибрации, как правило, обусловлено конструктивными и эксплуатационными причинами. К ним относятся:

- неточное центрирование обтюратора, сопровождающееся «биениями» с покадровой частотой;
- непрочная конструкция крепления объектива к передней стенке вибрирующего корпуса кинокамеры.

4. Механические колебания в механизме, транспортирующем кинопленку, возникают вследствие «негладкого» сопряжения зубчатых барабанов с кинопленкой и покадровых толчков пленки контргрейфером и грейфером при остановке пленки и в начале движения.

Таблица 3.26. **Кинообъективы фирмы «Zeiss» в оправах PL с адаптерами для 35- и 16-мм аппаратов Arriflex**

Наименование	Фокусное расстояние f, мм	Относит. отверстие T	Оправы PL	Адаптеры к оправе типа PL				
				P1	P2	P3	P4	P5
Для 35-мм пленки								
Distagon	18	1,3	K2.35218.0[1]	–	x	–	x	–
Distagon	25	1,3	K2.35219.0	–	x	–	x	–
Distagon	35	1,3	K2.35247.0	–	x	–	x	–
Planar	50	1,3	K2.35248.0	–	x	–	x	–
Planar	65	1,3	K2.35258.0	–	x	–	x	–
Planar	85	1,3	K2.35249.0	–	x	–	x	–
Distagon	10	1,3	K2.43382.0	–	x	–	x	–
Arri	12	2,1	K2.32260.0	–	x	x	x	–
Distagon	14	2	K2.50055.0	–	x	x	x	–
Distagon	16	2,1	K2.35391.0	–	x	x	x	–
Distagon	20	2,1	K2.50007.0	–	x	x	x	–
Distagon	24	2,1	K2.35392.0	–	x	x	x	–
Distagon	28	2,1	K2.50057.0	–	x	x	x	–
Planar	32	2,1	K2.35393.0	–	x	x	x	–
Planar	40	2,1	K2.50024.0	–	x	x	x	–
Planar	50	2,1	K2.35394.0	–	x	x	x	–
Planar	85	2,1	K2.35395.0	–	x	x	x	–
Planar	100	2,1	K2.35396.0	–	x	x	x	–
Planar	135	2,1	K2.35397.0	–	x	x	x	–
Macro-Planar	60	3	K2.50025.0	–	–	–	x	–
Sonnar	180	3	K2.50027.0	–	–	–	x	–
Tele-Apotessar	300	3	–	x	–	–	x	–
Для 16-мм пленки								
Vario-Sonnar	11–110	2,2	K2.45856.0	–	x	–	x	–
Vario-Sonnar II	10–100	2	K2.45855.0	–	–	–	x	x
Distagon	9,5	1,3	K2.45807.0	–	x	–	x	–
Distagon	12	1,3	K2.45808,0	–	x	–	x	–
Distagon	16	1,3	K2.45809.0	–	x	–	x	–
Distagon	25	1,3	K2.45853.0	–	x	–	x	–
Planar	50	1,3	K2.45854.0	–	x	–	x	–
Distagon	8	2,1	K2.45806.0	–	x	–	x	–

Адаптеры PL

P1	K4.35173.0[1]	PL-адаптер для ОПФ (диаметр 54 мм)
P2	K5.35204.0	PL-адаптер 35 мм для кинообъективов фирмы «Zeiss»
P3	K5.35184.0	Защитная крышка оправы
P4	K4.22076.0	Приспособление для юстировки с зеркалом
P5	K5.45875.0	PL-адаптер 16 мм к кинообъективам фирмы «Zeiss»

[1] Обозначение по каталогу фирмы «Arnold & Richter».

Таблица 3.27. **Кинообъективы фирмы «Zeiss» в оправах Bajonett с адаптерами для 35- и 16-мм аппаратов Arriflex**

Наименование	Фокусное расстояние f, мм	Относит. отверстие T	Оправы Bajonett	Адаптеры к оправе типа Bajonett			
				B2	B3	B4	B5
Для 35-мм пленки							
Distagon	18	1,3	–	–	–	–	–
Distagon	25	1,3	–	–	–	–	–
Distagon	35	1,3	–	–	–	–	–
Planar	50	1,3	–	–	–	–	–
Planar	65	1,3	–	–	–	–	–
Planar	85	1,3	–	–	–	–	–
Distagon	10	1,3	–	–	–	–	–
Arri	12	2,1	K2.37270.0[1]	x	x	–	–
Distagon	14	2	K2.50056.0	x	x	–	–
Distagon	16	2,1	K2.35384.0	x	x	–	–
Distagon	20	2,1	K2.50008.0	x	x	–	–
Distagon	24	2,1	K2.35385.0	x	x	–	–
Distagon	28	2,1	K2.50058.0	x	x	–	–
Planar	32	2,1	K2.35386.0	x	x	–	–
Planar	40	2,1	K2.50023.0	x	x	–	–
Planar	50	2,1	K2.35387.0	x	x	–	–
Planar	85	2,1	K2.35388.0	x	x	–	–
Planar	100	2,1	K2.35389.0	x	x	–	–
Planar	135	2,1	K2.35390.0	x	x	–	–
Macro-Planar	60	3	K2.50026.0	x	x	–	–
Sonnar	180	3	K2.50028.0	x	x	–	–
Tele-Apotessar	300	3	–	–	–	x	x
Для 16-мм пленки							
Vario-Sonnar	11–110	2,2	K2.41280.0	–	x	–	–
Vario-Sonnar II	10–100	2	K2.50049.0	–	x	–	–
Distagon	9,5	1,3	K2.50018.0	x	x	–	–
Distagon	12	1,3	K2.50019.0	x	x	–	–
Distagon	16	1,3	K2.50020.0	x	x	–	–
Distagon	25	1,3	K2.50021.0	x	x	–	–
Planar	50	1,3	K2.50022.0	x	x	–	–
Distagon	8	2,1	K2.35335.0	x	x	–	–

Адаптеры Bajonett

B2	K4.22171.0[1]	Адаптер Bajonett
B3	K4.22076.0	Юстировочное приспособление с зеркалом
B4	K5.37587.0	Адаптер Bajonett к 35-мм телеобъективу
B5	K5.37588.0	Накидное устройство к телеобъективу (приемная часть)

[1] Обозначение по каталогу фирмы «Arnold & Richter».

Таблица 3.28. **Кинообъективы переменного фокусного расстояния фирм «Cooke» и «Angenieux» с оправами и адаптерами для крепления PL и Bajonett в аппаратах Arriflex**

Наименование	Фокусное расстояние f, мм	Относит. отверстие T	Оправы PL	Адаптеры			
				P1	B1	B4	B5
Для 35-мм пленки фирмы «Cooke»							
Varotal	18–100	3,0	K2.41041.0[1]	x	x	–	–
Varotal	20–100	3,1	K2.41041.0	x	x	–	–
Cinetal	25–250	3,7	–	x	x	–	–
MKII Cine Varotal	25–250	3,9	–	x	x	–	–
Cine Varotal	25–250	4	–	x	x	–	–
Varopanchro	20–60	3,1	–	x	x	–	–
Для 16-мм пленки фирмы «Cooke»							
Varopanchro	10-30	1,6	–	x	x	–	–
Varotal	9,5–47,5	1,5	–	x	x	–	–
Для 35-мм пленки фирмы «Angenieux»							
–	20–120	2,9	–	x	x	–	–
–	25–250HR	3,5	–	x	x	–	–
–	25–250	3,7	–	x	x	–	–
Для 16-мм пленки фирмы «Angenieux»							
–	9,5–95	2,8	–	–	–	x	–
–	12–240	4,2–5,6	–	–	–	x	–
–	12–240	2,5	–	–	–	x	x
–	9,5–57	1,9–2,8	–	–	–	x	x
–	15–150	3,3	–	–	–	x	x
–	16–44	1,3	–	–	–	x	–
–	10–150	2,3–3,2	–	–	–	x	–

Адаптеры PL и Bajonett

P1	K4 35173.0[1]	PL-адаптер для ОПФ (диаметр 54 мм)
B1	K4 22157.0	Bajonett-адаптер
B4	K4 22153.0	16-мм Bajonett-адаптер
B5	K4 22163.0	Накидное устройство крепления (приемная часть)

[1] Обозначение по каталогу фирмы «Arnold & Richter».

Хранение кинообъективов

1. Хранить кинообъективы следует, используя защитные колпачки, а при транспортировке необходимо закреплять их в футляре.

Толчки и вибрация могут ослабить соединения компонентов объектива. Особенно опасна длительная высокочастотная вибрация от авиационных и вертолетных двигателей. Поэтому после транспортировки по воздуху рекомендуется проводить проверку объектива.

2. Объективы Cook с переменным фокусным расстоянием f(25–250) должны транспортироваться с тубусом, выдвинутым на f250, с фокусировкой на бесконечность. Объективы Cook с f(20–100) транспортируются с тубусом выдвинутом на f20.

3. При съемке в запыленной атмосфере, при использовании пиротехнических средств объектив следует защищать фильтром из прозрачного или ультрафиолетового оптического стекла.

4. Необходимо периодически проверять состояние объектива. Осмотр поверхности линз осуществляется с помощью лупы. Так же контролируется сохранность просветляющих покрытий. Визуально контролируется отсутствие пыли, трещин и сколов. Проверяется плавность вращения всех поводковых колец, изменяющих дистанцию съемки, фокусное расстояние и диафрагму.

5. Защитный колпачок задней линзы объектива следует снимать непосредственно перед установкой объектива в киносъемочный аппарат. Колпачок передней линзы рекомендуется снимать с объектива перед выбором кадра и пуском кинокамеры.

6. Загрязнение внешних оптических поверхностей, появляющееся при эксплуатации объектива, следует удалять с особой тщательностью.

Пыль удаляется беличьей кисточкой, предварительно обезжиренной эфиром. Кисточка не должна соприкасаться с влажными и пыльными средами. Удаление пыли сжатым воздухом возможно с использованием специальных баллонов.

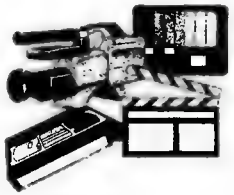
Любые пятна с поверхностей линз объектива удаляют с помощью хлопчатобумажной ткани, смоченной в специальном растворе, состоящем из эфира и спирта (80% эфира и 20% спирта). Допускается чистка этиловым спиртом или ксилолом.

7. Нанесение жидкости непосредственно на поверхность линз недопустимо. Жидкость для чистки объектива сначала наносится на хлопчатобумажную ткань. Поверхность линз очищается смоченным тампоном круговыми движениями от центра линзы к краю. Следует исключить возможность затекания жидкости в пазы оправ.

8. Для чистки линз нельзя использовать несмоченные ткани, бумажные салфетки и материалы с силиконовым покрытием.

9. Во избежание конденсации влаги на линзах объективов следует избегать резких перепадов температуры (например, при перемещении объективов из холодной среды в теплую). Футляр следует открывать по истечении полутора–двух часов, за это время объектив, находясь в футляре, примет температуру помещения.

ГОСКИНО РОССИИ



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ КИНО И ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Университет готовит инженеров по специальностям:

ФАКУЛЬТЕТ АУДИОВИЗУАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
— акустика зрелищных предприятий и студий и электроакустические системы
— звукооператорская техника
— электронные устройства звукотехники
— видеотехника
— техника зрелищных предприятий

ФАКУЛЬТЕТ АППАРАТУРЫ ЗАПИСИ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ
— киновидеоаппаратура;
— приборы и системы регистрации информации
— инженерное кинооператорство
— прецизионные технологии аппаратуры и носителей информации
— информационно-измерительные технологии, сертификация и маркетинг.

ФАКУЛЬТЕТ ФОТОГРАФИИ И ТЕХНОЛОГИИ РЕГИСТРИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ
— технология производства и обработки кинофотоматериалов
— технология магнитных носителей
— применение фотографических методов в науке и технике
— методические основы научных разработок полимерных систем для кинофотоматериалов
— компьютерная обработка фотографических изображений.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
— экономика и управление на предприятии (социально-культурной сферы)
— менеджмент (менеджмент зрелищных предприятий)
— менеджмент в социальной сфере (управление в кинематографии)

ФАКУЛЬТЕТ ЭКРАННЫХ ИСКУССТВ
— режиссура игрового кино,
— музыкальная телережиссура. Режиссура клипов, рекламы и шоу-бизнеса
— кинооператорство
— звукорежиссура
— телеоператорство
— тележурналистика
— режиссура компьютерной графики
— связи с общественностью
— сценарное искусство игрового кино и телефильма и др.

ВЕЧЕРНЕЕ ОТДЕЛЕНИЕ

— аудиовизуальная техника
— приборостроение
— технология кинофотоматериалов и магнитных носителей
— экономика на предприятии (социально-культурной сферы)

ЗАОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

— аудиовизуальная техника
— приборостроение
— технология кинофотомвтериалов и магнитных носителей
— экономика и управление на прадприятии (социально-культурной сферы)
— менеджмент
— менеджмент в социальной сфере
— звукорежиссура;
— режиссура компьютерной графики
— телеоператорство

За справками о поступлении обращаться по адресу:
191126, Санкт-Петербург, ул. Правды, д. 13,
Санкт-Петербургский государственный университет кино и телевидения.
Приемная комиссия — тел: **113-27-30**
Филиал университета в г. Москве — тел. **218-50-02**
Центр переподготовки кадров и делового сотрудничества
и Курсы творческих профессий — тел. **315-70-29, 586-06-93**

4

Экспонирование и тоновоспроизведение

Экспонирование ---- 4.2
Регулирование экспозиции ---- 4.3
Методы экспонометрии ---- 4.5
Световые величины ---- 4.6
Цветовые измерения ---- 4.7
Экспонометры и цветояркомеры ---- 4.8
Экспозиционная формула ---- 4.11
Экспозиционные таблицы ---- 4.12

Экспонирование в негативно-позитивном процессе ---- 4.14
Нормальный цветной негатив ---- 4.15
Тестирование съемочного процесса ---- 4.16
Цветовой баланс негативного изображения ---- 4.17
Фотографический контроль экспонирования ---- 4.18
Экспонирование обращаемой кинопленки ---- 4.18
Рекомендации по операторской экспонометрии ---- 4.19
Экспонирование с точечным контролем яркости ---- 4.20
Нормальная и повышенная экспозиция ---- 4.22

Киносъемка в помещениях с естественным освещением ---- 4.23
Киносъемка в помещениях с электрическим освещением ---- 4.24
Высококонтрастное освещение по глубине сцены ---- 4.25
Малоконтрастное освещение по глубине сцены ---- 4.26

Изобразительные аспекты освещения ---- 4.27
Изобразительная характеристика света ---- 4.28
Приоритет светотеневого освещения ---- 4.29
Разнообразие художественного освещения ---- 4.30
Цветовые контрасты ---- 4.31
Цветодополнительный рисующий свет ---- 4.32
Яркость деталей и яркость света ---- 4.33
Моделирующий портретный свет ---- 4.34
Предметность изображения ---- 4.35

Осветительное оборудование ---- 4.36
Источники света ---- 4.37
Кварцево-галогенные лампы накаливания ---- 4.37
Металлогалогенные лампы ---- 4.38
Люминисцентные лампы ---- 4.39
Имитаторы естественного освещения ---- 4.40

Цветные светофильтры ---------- 4.41
Киносъемка в помещениях «под натуру» ---------- 4.42
Применение структурных светофильтров ---------- 4.43
Структурные светофильтры ---------- 4.44
Изобразительные возможности негативно-позитивного процесса ---------- 4.45
Сенситометрические характеристики кинопленок ---------- 4.46
Оптические цветоделенные плотности ---------- 4.47
Зрительное ощущение градации тонов ---------- 4.49

Экспонирование

1. В профессиональной киносъемке экспонирование — это совокупность организационных, технологических и творческих действий, обеспечивающих получение изображений в сюжетно заданной световой и цветовой тональности.

2. Для надежного воспроизведения желаемых изобразительных результатов (что является отличительной чертой профессионализма) требуется систематическое накопление знаний в области изобразительных возможностей цветных кинопленок и приобретение навыков по их использованию в условиях естественного натурного и интерьерного освещения.

3. Экспонометрия, точнее, экспозиционный контроль является средством согласования фотографических возможностей кинопленки и изобразительных возможностей устанавливаемого освещения. Контроль предусматривает не только световые измерения, но и регулирование распределения света в снимаемом пространстве для достижения требуемой градации тонов в «тенях» и «светах» изображаемого объекта.

4. Экспозиционный контроль неразрывно связан с творческим поиском композиции и освещения для каждого кадра в отдельности и всех в совокупности в снимаемом эпизоде.

Планирование освещения, выбор и расстановка осветительных приборов осуществляются в расчете на нормальную экспозицию разномасштабных и разноплановых монтажных кадров, в том числе снимаемых с движением камеры.

5. Экспозиционный контроль не заканчивается выбором экспонирующего значения диафрагмы. Необходима регулярная проверка правильности выбора по лабораторным данным: по плотности проявленного негатива, по паспортным условиям копирования.

Соответственно весь съемочный процесс не заканчивается проявлением и проверкой негатива. Не меньшее изобразительное значение для получения требуемой цветовой тональности имеет цветовая коррекция, проводимая при печати эталонного позитива.

Регулирование экспозиции

1. Выбор экспозиционно приемлемого значения диафрагмы не представляет особых затруднений, если его не связывать с изобразительными задачами. В большинстве ситуаций для получения удовлетворительных негативов достаточно интегрального измерения яркости и экспозиционного вычисления по индексу светочувствительности кинопленки.

2. Для получения сюжетно обусловленных и соответственно выравненных по световой тональности изображений требуется уточненный экспозиционный контроль. Он осуществляется сначала визуальным сравнением и изобразительно необходимым регулированием освещения различно распсложенных и разноудаленных предметов. Завершается этот контроль вычислением экспозиции по значениям яркости и освещенности сюжетно-важных деталей.

3. Экспонирующее значение диафрагмы может отличаться от значения, рекомендованного экспонометром, в большую или меньшую сторону в зависимости от изобразительной задачи. Таким образом, уже в негативе оказываются зарегистрированными те цветовые соотношения, которые в позитивной стадии будут доведены цветокорректировкой до визуально требуемой тональности.

4. Главная задача заключается в том, что в ограниченном интервале (примерно 1,8 Б) различимой градации тонов при кинопроекции позитива воспроизводились разноконтрастные по зрительному восприятию киноизображения. Для этого требуется компрессия тонов в «светах» или в «тенях» изображения и соответственно усиление контрастности деталей в сюжетно-важных яркостях.

- Компрессия тонов в «тенях» изображения осуществляется «частичной недодержкой» одного или нескольких слоев негативной кинопленки.
- Компрессия тонов в «светах» происходит при копировании негатива в результате большего или меньшего использования криволинейного участка характеристической кривой позитивной кинопленки.
- Усиление контрастности происходит в тонах, зарегистрированных на прямолинейных участках обеих пленок.

5. Послойное регулирование экспозиции при копировании имеет исключительно важное колористическое значение, значительно большее, чем регулирование цветового баланса при съемке.

6. Для регулирования контрастности изображения помимо частичной недодержки негативной кинопленки применяются структурные светофильтры типа Black Dot и Contrast (Low, Soft, Ultra).

Таблица 4.1. Экспозиционная таблица

(угол открытия обтюратора 180–160°, частота съемки 24/25 к/с)

Освещенность, падающий свет		Значение светочувствительности кинопленки									Яркость EV(EI100)
		EI 500	400	320	250	200	160	125	100	80	
		ER[1] 570	560	550	540	530	510	510	500	490	
		DIN 28	27	26	25	24	23	22	21	20	
лк	ft•cd	ГОСТ –	360	–	–	180	–	–	90	–	по R 18%
		Значение диафрагмы F для нормальной экспозиции									
50	5	1,4	–	–	–	–	–	–	–	–	–
60	6	1,6	1,4	–	–	–	–	–	–	–	5
80	8	1,8	1,6	1.4	–	–	–	–	–	–	5,3
100	10	2	1,8	–	1,4	–	–	–	–	–	5,6
120	12	2,2	2	–	1,6	1,4	–	–	–	–	6
160	16	2,5	2,2	2	1,8	1,6	1.4	–	–	–	6,3
200	20	2,8	2,5	–	2	1,8	–	1,4	–	–	6,6
250	25	3,2	2,8	–	2,2	2	–	1,6	1,4	–	7
320	32	3,6	3,2	2.8	2,5	2,2	2	1,8	1,6	1,4	7,3
400	40	4	3,6	–	2,8	2,5	–	2	1,8	1,6	7,6
500	50	4,5	4	–	3,2	2,8	–	2,2	2	1,8	8
640	64	5	4,5	4	3,6	3,2	2.8	2,5	2,2	2	8,3
800	80	5,6	5	–	4	3,6	–	2,8	2,5	2,2	8,6
1 000	100	6,3	5,6	–	4,5	4	–	3,2	2,8	2,5	9
1 200	125	7	6,3	5.6	5	4,5	4	3,6	3,2	2,8	9,3
1 600	160	8	7	–	5,6	5	–	4	3,6	3,2	9,6
2 000	200	9	8	–	6,3	5,6	–	4,5	4	3,6	10,0
2 500	250	10	9	8	7	6,3	5.6	5	4,5	4	10,3
3 000	320	11	10	–	8	7	–	5,6	5	4,5	10,6
4 000	400	12,5	11	–	9	8	–	6,3	5,6	5	11,01
5 000	500	14	12,5	11	10	9	8	7	6,3	5,6	11,3
7 000	640	16	14	–	11	10	–	8	7	6,3	11,6
9 000	800	18	16	–	12,5	11	–	9	8	7	12,0
11 000	1 000	20	18	16	14	12,5	11	10	9	8	12,3
13 000	1 250	22	20	–	16	14	–	11	10	9	12,6
17 000	1 600	25	22	–	18	16	–	12,5	11	10	13,03
22 000	2 000	28	25	22	20	18	16	14	12,5	11	13,3
27 000	2 500	32	28	–	22	20	–	16	14	12,5	13,6
34 000	3 200	36	32	–	25	22	–	18	16	14	14,0
43 000	4 000	40	36	32	28	25	22	20	18	16	14,3
54 000	5 000	45	40	–	32	28	–	22	20	18	14,6
69 000	6 400	50	45	–	36	32	–	25	22	20	15,0
86 000	8 000	56	50	45	40	36	32	28	25	22	15,3

[1] ER – Exposure Rating – логарифмическая шкала Кодак. 10 ER соответствуют десяти сотым единицы оптической плотности (0,10 Б).

EV(EI100) – логарифмированные значения яркости. 0,3 EV соответствуют изменению экспозиции на 1/3 деления диафрагмы.

Методы экспонометрии

1. Существуют три основных метода экспонометрии:
   - метод ключевой освещенности, или метод «падающего света» (Incident light);
   - метод ключевой яркости, или метод ключевого тона (Key-tones);
   - метод интегральной яркости (Integrating reflected light).

2. При использовании *метода ключевой освещенности* измеряется освещенность объекта от источника «рисующего» света. Для этого головка измерительного прибора (экспонометра) направляется от изобразительно важного участка прямо на источник света.

Метод ключевой освещенности наиболее пригоден при съемках в кинопавильонах для поддержания рисующего света на постоянном, заданном уровне, а также при съемках на обращаемые пленки, когда даже частичная передержка недопустима.

3. *Метод ключевой яркости* заключается в измерении с близкого расстояния яркости серого эталона со стороны кинокамеры. В качестве эталона применяется серое поле, которое имеет коэффициент отражения 18% ($R_0 = 0{,}18$). Оптическая плотность D = 0,74 Б. Серое поле располагается на месте лица главного персонажа. Вместо серого поля иногда применяется серый шар, например мяч, окрашенный серой краской.

4. Необходимо помнить, что экспозиция, определяемая по яркости лица, должна быть повышена в два раза. Для этого значение диафрагмы должно быть уменьшено на одно деление, например с F5,6 до F4. Это требуется потому, что коэффициент отражения лица ($R_л = 0{,}36$) в два раза больше того 18%-го коэффициента отражения, по которому в экспонометрах вычисляется нормальная экспозиция.

5. *Метод ключевого тона* отличается тем, что точечным экспонометром измеряются яркости природных объектов с удаленного расстояния. При использовании метода ключевого тона учитывается светорассеяние в воздушной среде, поэтому результаты измерений отражают истинный контраст объекта, в отличие от яркостей, измеренных с близкого расстояния.

6. *Метод интегральной яркости* основан на измерении яркости в направлении от киноаппарата. Измерения проводятся в широком угле, приблизительно соответствующем объективу с нормальным фокусным расстоянием. Экспонометры калиброваны в расчете на средний по светлоте объект с 18%-м отражением света (или на серый 18%-й эталон).

7. Перечисленные методы экспонометрии используются комплексно и являются составными частями индивидуальных, авторских методов экспонометрии.

Световые величины

1. Экспозиция в съемочном процессе определяется с помощью экспонометра по результатам измерения световых величин: освещенности и яркости.

2. Освещенность — это величина, характеризующая поверхностную плотность падающего света. Ее значение измеряется путем направления головки измерительного прибора на источник «рисующего» света.

В экспонометрах освещенность выражается в люксах и в футо-свечах(-канделах) (ft•cd) в соотношении 1 ft•cd = 10 лк. (Точное соотношение 1 ft•cd = 10,76 лк.)

3. Яркость — величина, характеризующая пространственную плотность света, отраженного от объекта в направлении наблюдателя или камеры. Ее значение измеряется в угле, соответствующем нормальному объективу, а дистанционное измерение яркости ключевых тонов проводится в угле, уменьшенном до $1–5^{o}$.

4. Яркость всех предметов, имеющих более или менее гладкую поверхность, изменяется в зависимости от высоты источника света и его горизонтального расположения по отношению к камере. Наибольшая яркость достигается при зеркальном отражении света в сторону камеры.

5. Значения яркости выражаются в экспонометрах так же, как значения освещенности, т. е. в люксах или в футо-свечах.

6. Переход от яркости к эквивалентной освещенности осуществляется в расчете на измерение серого эталона с 18%-м отражением. Поэтому при экспонировании по результатам измерения яркости лица рекомендуемое экспонометром значение диафрагмы должно быть уменьшено, например, с F5,6 до F4 или с F4 до F2,8 (так как светлота лица в два раза выше, чем у 18%-го эталона).

7. В современных экспонометрах и точечных яркомерах световые величины выражаются в логарифмированном виде — экспозиционными числами EV.

Экспозиционные числа EV представляют собой ряд логарифмированных значений яркости (или освещенности), которые необходимы для нормальной экспозиции при прямо пропорциональном увеличении значения этих величин:

$$\lg(E \cdot S/218) = \lg(F^2/t) = 0{,}3\ EV$$ (см стр. 4.11).

8. При установке в яркомере индекса светочувствительности EI100 яркость и освещенность выражаются логарифмированными значениями — экспозиционными числами EV(EI100). Ниже показано соотношение значений освещенности E (лк), экспозиционных чисел EV(EI100) и значений диафрагмы F(EI100), необходимых для нормальной экспозиции (при t = 1/60 с).

E, лк	2000	1000	500	250	125
EV(EI100)	10	9	8	7	6
F(EI100)	4	2,8	2	1,4	1,1

Цветовые измерения

1. Цветовые измерения в процессе киносъемки осуществляются цветояркомерами, которые одновременно вычисляют значение диафрагмы F для нормальной экспозиции и указывают цветовую температуру светового потока.

Таблица 4.2. **Светофильтры LB-index («Fuji»), автоматически указываемые яркомерами Минольта и соответствующие фильтры Kodak Wratten**

Температура, K	Майреды	Для пленок типа ДС – 5500 K			Для пленок типа ЛН – 3200 K		
		M[1]	с/ф LBB/A	Kodak Wratten	M[1]	с/ф LBA	Kodak Wratten
4500	222	–40	4	82C	+91	8	85C
5000	200	–18	2	82A	+113	12	85B
5500	182	0	0	0	+131	12	85
6000	170	+12	0	81A	+141	12	85
6500	154	+28	2	81C	+159	16	85
7000	140	+42	4	81D	+172	16	85
8000	125	+57	6	81FF	+187	20	85

[1] Значение M показывает цветовую коррекцию в Майредах.

2. Цветовые измерения проводятся для:
- уточнения выбора съемочных светофильтров, корректирующих цветовой баланс освещения;
- имитации натурного освещения в павильоне;
- выравнивания по цвету всех монтажных кадров одного или нескольких эпизодов, например, при съемке на обращаемую кинопленку;
- воспроизведения цветовых подсветок, создаваемых с помощью осветительных светофильтров при повторных съемках в павильоне.

3. В большинстве своем в павильонных съемках цветные съемочные светофильтры не применяются вследствие недостатка освещения. Вместе с тем широко используются осветительные светофильтры.

4. При натурных съемках на пленку типа ЛН обычно применяется типовой светофильтр Kodak Wratten 85 или соответствующие ему фильтры CTO 12B («Agfa») или LBA-12 («Fuji»).

Экспонометры и цветояркомеры

1. Экспонометры указывают значения диафрагмы F, требуемые для нормальной экспозиции кинопленки с известным индексом светочувствительности EI.

2. Вычисления нормальной экспозиции проводятся по экспонометрической формуле с экспозиционными константами, сенситометрически определенными для освещенности и яркости (C = 218 и K = 12,5) (стр. 4.11).

3. В большинстве случаев вычисления проводятся для нормальной выдержки (t = 1/60 с), получающейся при нормальной частоте кадросмены 24/25 к/с и при полностью открытом обтюраторе. Экспозиционные соотношения выдержки и освещенности взаимосвязаны экспозиционными числами EV.

4. Калибровка экспонометров для нормальной экспозиции осуществляется в расчете на съемку объектов с 18%-м коэффициентом отражения.

5 Коэффициент отражения лица в два раза больше (36%), чем у 18%-го эталона. Поэтому при измерении яркости лица экспозиция должна быть в два раза больше. Для этого значение диафрагмы, рекомендованное экспонометром, должно быть уменьшено на одно деление, например, с F5,6 до F4.

6. Нормальной считается экспозиция, максимально использующая светочувствительность негативной пленки. При этом детали объекта с оптической плотностью, равной 1,35 Б (R = 4,5%), должны регистрироваться в начале прямолинейного участка характеристической кривой критериальной оптической плотностью (D_S = 0,20 Б), по которой определяется светочувствительность пленки.

7. Цветояркомеры позволяют проводить дистанционные точечные измерения яркости ключевых тонов объектов. Поэтому в вычисленную по ним экспозицию должна вводится поправка на светлоту детали (табл. 5.13).

8. В точечных яркомерах и некоторых экспонометрах результаты измерения световых величин выражаются экспозиционными числами EV (или LV), представляющими значения яркости в логарифмированном виде.

Равноконтрастный ряд логарифмированных значений освещенности:

E, ft•cd	20	40	80	160	320	640	1280	(100)
E, лк	215	430	861	1722	3443	6886	13 773	(1076)
EV(EI100)	6,6	7,6	8,6	9,6	10,6	11,6	12,6	(9)

Равноконтрастный ряд логарифмированных значений яркости:

LV	5	6	7	8	9	10	11	(9)
ft•L	1,25	2,5	5	5	10	20	80	(10)
кд/м^2	4,28	8,55	17	34	68	137	274	(68)

Равные приращения экспозиционных чисел представляют равноконтрастные изменения ощущения светлоты (0,1EV ⇔ 0,03 Б). Экспозиционные числа наглядно показывают светотональные различия при дистанционных измерениях яркости и соответствуют зрительному восприятию.

Minolta Auto Meter (IV и IVF)

Цифроаналоговый экспонометр для кино- и фотосъемки в том числе с лампами-вспышками. Для киносъемки — режим «AMBI»; для фотосъемки — режим «Cord/Non C» (выдержка t от 1/500 до 1 с).

Технические данные

1. Возможен поворот измерительной головки до 270°.
2. Возможно измерение светового потока в трех углах: 5, 10, 40°.
3. Возможно измерение яркости в трех углах (выражается интервалами экспозиционных чисел EV(EI100): EV [2,5–24,4] – в угле 5°; EV [1,2–23,1] – в угле 10°; EV [1,2–23,1] – в угле 40°
4. Точность калибровки – 1/3 деления диафрагмы.

Функциональные возможности

1. Пригоден для измерения интвгральной яркости в угле 40°, что соответствует углу поля ясного зрения нормального объектива.
2. Пригоден для измерения ключевой яркости в угле 10° и яркости ключевых тонов в угле 5°.
3. Результаты измерения яркости могут быть представлены рекомендуемыми значениями диафрагмы F или экспозиционными числами EV(EI100).

Pentax Spotmeter Digital

(Точечный экспонометр)

Предназначен для измерения яркости удаленных деталей, а также близрасположенных мелких деталей при слабом освещении. Яркость выражается экспозиционными числами EV в интервале 1–20. Индекс светочувствительности и другие параметры могут изменяться в следующих пределах: EI (6–6400); DIN (9–39); F (1–128); t (от 1/4000 с до 4 мин). Точность калибровки — 1/3 деления диафрагмы. Угол обзора 26° соответствует объективу f50. Минимальная дистанция 1 м. Масса 245 г.

Minolta Spotmeter

(Точечный экспонометр)

Угол измерения детали — 1°. Наименьшее расстояние — 1,3 м. EI (12–64000); DIN (12–39); t (от 1/8000 с до 30 мин); EV(EI100) [1–20].

Имеется режим LCC для экспонирования при слабой освещенности. Рекомендуемые значения диафрагмы F и значения измеренной яркости EV отображаются в цифровом виде, а также на аналоговой шкале. Питание 1,5 В. Масса 240 г.

Spectra Classic

(Профессиональный киноэкспонометр)

Технические данные

1. Аналоговая непрерывная шкала освещенности в футо-свечах сопряжена со шкалой рекомендуемых значений диафрагмы (от F1 до F16). Интервал измеряемых величин освещенности: 0,1–32 000 лк.
2. Установка индекса светочувствительности EI(ISO) осуществляется затенителями, разделенными на девять ступеней: EI 400, 200, 100, 80, 64, 25, 16, 100/12 и 100/125.
3. Установка продолжительности экспонирования осуществима в пределах от 1/4000 с до 8 мин.
4. Масса 186 г.

Функциональные возможности

Экспонометр комплектуется четырьмя фотометрическими головками: двумя сферическими головками (Photosphere) для измерения высокой и низкой освещенности, плоской головкой (Photodisc), предназначенной для измврения падающего «рисующего» света, рифленой головкой для измерения интегральной яркости в диапазонах (ft•cd):

out	160	320	640	1250,
in	5	10	20	40.

Spectra Professional (IV и IVA)

Цифроаналоговый люксметр-экспонометр широкого назначения, имеющий систему компьютерного отображения в цифровом виде и на шкале.

Технические данные

1. Изменение направления измерительной головки до 270°.
2. Интервал отображения рекомендуемых значений диафрагмы по аналоговой шкале – F(0,7–45).
3. Точность калибровки – 1/3 деления диафрагмы.
4. Одна батарея 6 В. Масса 168 г.
5. Индекс светочувствительности и режим съемки контролируются на экране мини-дисплея.

Функциональные возможности

1. В модели IVA возможна установка на вычисление экспозиции в условиях слабой освещенности LCD в двух режимах: STR и RCL (повышенной чувствительности и «сенсорной технологии»).
2. Одновременно с рекомендуемым значением диафрагмы на мини-дисплее отображается величина освещенности в футо-свечах или люксах.

Cinemeter II

Профессиональный цифроаналоговый киноэкспонометр с компьютерной памятью и мини-дисплеем, отображающим в цифровом виде и на аналоговой шкале рекомендуемые значения диафрагмы или измеренные значения освещенности. Предусматривается многократное измерение освещенности в широком интервале с последующим вычислением оптимальной экспозиции.

Технические данные

1. Независимая установка трех экспозиционных параметров с точностью до 1/3 деления диафрагмы: индекс светочувствительности EI(10–800); угол открытия обтюратора 205–45°; частота киносъемки 2–375 к/с.
2. Возможно вычисление параметров для заданных изменений экспозиции: 1/3; 85; N3; N6; N9.
3. Интервал аналогового показа значений диафрагмы F(0,5–36); освещенности 2,0–64000; чувствительности EI(12–25 000).
4. Имеется динамичный температурный компенсатор: от –20 до +65 °С. Одна батарея 9 В. Масса 308 г.

Функциональные возможности

1. Возможно многократное измерение освещенности избранных деталей с последующим показом распределения освещенности в четырех режимах: первого измерения; совокупности трех первых измерений; совокупности пяти измерений; суммарные значения по трем или пяти измерениям.
2. Определение экспозиции при слабой освещенности (LCC) проводятся с повышенной точностью: 1,4; 1,4+; 1,6; 1,6+; 1,8.

Minolta Color Meter

(Цветояркомер)

1. Предназначен для измерения цветовой температуры, выражаемой в Майредах в интервале от –500 до +500 М. По результатам измерений определяются требуемые для цветового баланса светофильтры системы LB-index.

2. Кроме вычисления LB-индексов для желтых или голубых светофильтров дополнительно вычисляются пурпурные или зеленые светофильтры (CCM и CCG) для коррекции цветового баланса при источниках света с линейчатым спектром.

Экспозиционная формула

1. Экспозиционная формула включает два равенства, которые однозначно связывают экспозиционные параметры F^2/t с эффективной освещенностью E•S/C или эффективной яркостью B•S/K через экспозиционные числа EV:

$$F^2/t = E•S/C;\ F^2/t = B•S/K,$$

где $\lg(F^2/t) = EV/3{,}22$; C и K — коэффициенты нормирования экспозиции.

2. В зависимости от конструкции светоизмерительных приборов коэффициенты C и K незначительно изменяются: у люксметров в пределах C(180–360); у яркомеров в пределах K(11,5–12,5), что гарантирует точность изменения около 1/3 деления диафрагмы.

3. Для вычисления нормальной экспозиции приняты коэффициенты C = 218 и K = 12,5, так что lg218 = 1,35 Б. При вычислении экспозиции в футо-свечах коэффициенты C и K уменьшаются в 10 раз: C = 21,8 и K = 1,3.

Примеры светотехнических вычислений

1. Сила света I (2×120 свечей), расстояние A = 1 м . Направление света фронтальное. Освещенность персонажа равняется:

$$E = I/A^2 = 240 \text{ лк} = 22{,}3 \text{ ft•cd}.$$

2. Яркость серого эталона, имеющего коэффициент отражения $R_0 = 0{,}18$, вычисляется по формуле:

$$B = E•R/3{,}14 = 240•0{,}18/3{,}14 = 13{,}8 \text{ кд/м}^2.$$

3. Освещенность кинопленки E_{II} при заданной диафрагме F4 на участке с яркостью B = 13,8 кд/м^2 (при коэффициенте пропускания объектива Q = 0,83) вычисляется по формуле:

$$E_{II} = 3{,}14B•Q/F^2 = 13{,}8•3{,}14•0{,}83\ /16 = 0{,}56 \text{ лк}.$$

4. Количество освещения H («экспозиция») определяется произведением освещенности на время экспонирования H = E•t. Если $E_{II} = 0{,}56$ лк, t = 1/60 с, то экспозиция достигает нормального значения $H_{II} = 0{,}01$ лк (по которому индексируется пленка EI100).

Примеры экспонометрических вычислений

1. Значения диафрагмы F и выдержки t для нормальной экспозиции вычисляются с помощью равенств:

$$F^2/t = E•S/218 \text{ и } F^2/t = B•S/12{,}5.$$

2. Вычисление выдержки t. Если ключевая освещенность E = 240 лк или если ключевая яркость B = 13,8 кд/м^2, то при F4 для пленки EI100 требуется выдержка, равная:

$$t = 218F^2/(E•S) = 16•218/(240•100) = 16/110 = 1/7 \text{ с},$$
$$t = 12{,}5F^2/(B•S) = 16•12{,}5/(13{,}8•100) = 1/7 \text{ с}.$$

3. Для получения нормального негатива на пленке EI100 при F4 требуется следующие значения освещенности и яркости:

$$E = 218F^2/(100t) = 16•109 = 1744 \text{ лк},$$

$$B = 12{,}5F^2/(100t) = 16 \cdot 12{,}5\ /2 = 100\ кд/м^2$$

(по табл. 4.4 при t = 1/60 с и F4 требуется EV = 10 или E = 2150 лк).

4. Значения диафрагмы F вычисляются в два этапа: сначала вычисляется F^2, а затем корень квадратный:

$$F^2 = 100t \cdot E/218 = 400 \cdot 2/218 = 4;\ F = 2.$$

Экспозиционные таблицы

1. Вычисление значения диафрагмы F, рекомендованного для экспонирования кинопленки с заданным индексом светочувствительности EI(ISO), обеспечивающим максимальное использование светочувствительности в интервале плотностей 0,35 Б (ER 135).

2. Экспозиционные таблицы рассчитываются для нормальной экспозиции при выдержке 1/60 с, т. е. для нормальной частоты съемки (24/25 к/с) и при полном открытии обтюратора.

3. Значения диафрагмы F в экспозиционных табл. 4.1 и 4.3 соответствуют рекомендациям фирм — изготовителей кинопленок.

Таблица 4.3. **Экспозиционная таблица с указанием яркости**

Яркость[1] кд/м²	Освещенность		Значение диафрагмы F для заданной светочувствительности кинопленки EI				Яркость EV(EI100)
	лк	ft•cd	500	400	250	100	
2,12	32	3	1,3	1,2	–	–	4
	55	5	1,4	1,3	1,2	–	
4,25	65	6	1,6	1,4	1,3	–	5
	110	10	2,0	1,6	1,4	–	
8,5	130	12	2,3	2,0	1,6	1,2	6
	220	20	2,8	2,3	2,0	1,3	
17	270	24	3,2	2,8	2,3	1,4	7
	440	40	4	3,2	2,8	1,6	
34	540	50	4,5	4	3,2	2,0	8
	860	80	5,6	4,5	4	2,3	
68	1075	100	6,3	5,6	4,5	2,8	9
	1700	160	8	6,3	5,6	3,2	
137	2150	200	9	8	6,3	4	10
	3400	320	11	9	8	4,5	
275	4300	400	13	11	9	5,6	11
	6800	640	16	13	11	6,3	
550	8600	800	18	16	13	8	

[1] В экспозиционной формуле K = 12,5.

Таблица 4.4. **Зависимость экспозиционных чисел EV от значений диафрагмы F и выдержки t**

Выдержка t, с	Диафрагма F									
	1,0	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11	16	22
	Экспозиционные числа EV(EI100)									
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1/2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1/4	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1/8	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1/15	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1/30	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1/60	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
1/125	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1/250	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1/500	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1/1000	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1/2000	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Таблица 4.5. **Значения диафрагмы F при выдержке t = 1/60 с в зависимости от экспозиционных чисел EV**

Светочувствительность EI	Экспозиционные числа EV(EI100)									
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Значение диафрагмы F									
100	1,2	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11	16	22
200	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11	16	22	–
400	2	2,8	4	5,6	8	11	16	22	–	–
125	1,3	1,6	2,3	3,2	4,5	6,3	9	12,5	18	25
250	1,6	2,3	3,2	4,5	6,3	9	12,5	18	25	–
500	2,3	3,2	4,5	6,3	9	12,5	18	25	–	–

Таблица 4.6. **Значение выдержки t (с) в зависимости от угла открытия обтюратора и частоты киносъемки**

Угол открытия обтюратора, °	Частота киносъемки, к/с				
	пониженная		нормальная	повышенная	
	12	16	24/25	32	50
180	1/30	1/42	1/60	1/84	1/120
128	1/42	1/60	1/84	1/120	1/168
90	1/60	1/84	1/120	1/168	1/250
64	1/84	1/120	1/168	1/250	1/340
45	1/120	1/168	1/250	1/340	1/500

Экспонирование в негативно-позитивном процессе

1. На негативной кинопленке в результате киносъемки и последующей химико-фотографической обработки получаются цветные негативы, в большей или меньшей мере отличающиеся от нормально экспонированных (по трем конкретным полям, указанным в табл. 4.7).

Затем на позитивной кинопленке с трехзональной поплановой цветовой коррекцией осуществляется печать цветных позитивных изображений.

2. Выбор экспозиционных условий для печати цветного позитива осуществляется по экранному изображению. Эта операция по цветному регулированию является завершающей и решающей для получения требуемой цветовой тональности изображения. Ориентировочно нормальное значение оптической плотности изображения 18%-го серого эталона в позитиве — 1,1 Б. Однако в изобразительных целях оно может весьма значительно изменяться в зависимости от коэффициента контрастности позитивной пленки.

3. Использование участка недодержки в негативной пленке позволяет снизить контрастность деталей в «тенях» изображения. Именно это требуется для получения изображения в темной тональности. Использование криволинейных участков недодержки трех слоев позитивной пленки позволяет регулировать световую и цветовую тональность всего изображения и достигать контрастного изображения деталей в «светах».

4. Для психологической достоверности необходимо в каждом кадре видеть хотя бы малые совсем «черные» и совсем «белые» участки. Иначе говоря, изменение тональности достигается не изменением контраста (он всегда должен быть в изображении большим, чтобы видеть черные точки), а изменением распределения света по площади снимаемого кадра.

5. Для воспроизведения результатов киносъемки контроль экспонирования и цветового проявления осуществляется по тест-негативам, представляющим сенситометрически нормальное изображение серого поля в среднем по светлоте (R = 18%) и по контрастности объекте.

Нормальный цветной негатив

1. Нормальной считается экспозиция, обеспечивающая максимальное использование светочувствительности негативной кинопленки при съемке оригинала с интервалом плотностей 1,35 Б (с контрастом яркостей 20:1).

Сенситометрически нормальное экспонирование означает, что наиболее темные детали оригинала с коэффициентом отражения 4,5% регистрируются в начале прямолинейного участка характеристической кривой, начиная с критериальной плотности D_s = 0,20 Б, по которой определяется светочувствительность негативной кинопленки.

2. Индексация светочувствительности негативной кинопленки проводится по стандарту ISO/ASA в расчете на получение вышеуказанной нормальной экспозиции.

3. Нормально экспонированными или просто нормальными называются цветные негативы, имеющие на изображении серого 18%-го эталона оптическую плотность 0,60 Б (за зеленым светофильтром, над минимальной плотностью, образованной масками и вуалью).

Таблица 4.7. **Нормальный цветной негатив**

Параметры	Поля оригинала серой шкалы		
	белое (80%)	серое (18%)	черное (4,5%)
Коэффициент отражения R	0,80	0,18	0,045
Оптическая плотность D_o	0,15	0,74	1,35
Зеленофильтровая плотность $D_н$ в нормальном негативе[1]	0,90	0,60	0,25–0,20[2]

[1] После вычитания минимальной плотности.
[2] Оптические плотности указаны для коэффициента контрастности 0,50-0,55.

4. При двукратном уменьшении экспозиции по сравнению с нормальной (на одно деление диафрагмы) оптические плотности трех полей негатива уменьшаются на 0,15 Б (до 0,75; 0,45; 0,10).

В результате двукратной «недодержки» темные детали оригинала изображаются на нижнем криволинейном участке характеристической кривой оптическими плотностями меньше критериальной плотности (D_s = 0,20 Б). Поэтому детали в «тенях» воспроизводятся с пониженным контрастом.

5. Индекс экспозиции EI определяет сенситометрически нормированную экспозицию, поэтому его значение должно уточняться практической съемкой (тестированием) по конкретно используемой методике измерения световых величин.

Тестирование съемочного процесса

1. Индексация светочувствительности негативных кинопленок проверяется путем сравнения одновременно проявленных сенситограмм, изготовленных на проверяемой и контрольной кинопленках. Контрольной считается кинопленка, регулярно используемая в лаборатории для контроля проявления.

2. Цветная негативная кинопленка считается цветосбалансированной, если критериальные плотности (D_S = 0,20) трех слоев располагаются над минимальной плотностью на одной вертикальной линии, указывающей светочувствительность кинопленки.

Светочувствительность кинопленки определяется по шкале логарифмов экспозиции с точностью до + 0,10 Б (1/3 деления диафрагмы).

3. Тестирование съемочного процесса включает проверку всех компонентов: пленки, экспонометра и методики световых измерений. Применяются два метода тестирования. *Первый метод* основан на съемке экспонограммы при неизменном освещении объекта, но с изменением значений диафрагмы. Этот метод пригоден при использовании экспонометров со стандартно градуированной шкалой световых величин. *Во втором методе* значение диафрагмы остается неизменным, но изменяется освещенность объекта. Этот метод пригоден для тестирования с использованием экспонометров, не имеющих шкалы световых величин.

4. В обоих методах после проявления экспонограмм из снятого ряда цветных негативов выбирается нормальный негатив (по денситометрическим данным) или оптимальный негатив (по визуальному сравнению с ранее принятыми).

5. Экспозиционная поправка определяется разницей между значением диафрагмы, указанным экспонометром и значением диафрагмы, необходимым для получения нормального или оптимального негатива.

6. Найденная в результате тестирования экспозиционная поправка позволяет учесть все факторы, влияющие на погрешности экспонометрии, а именно: отклонения в индексе светочувствительности; экспозиционный сдвиг в калибровке экспонометра, особенности индивидуальной методики световых измерений.

Таблица 4.8. **Зональные плотности телесных цветов (светлых лиц) в оригинале и в нормальном негативе**

Объект	Dc	Dз	Dк
Дети	0,45	0,41	0,20
Девушки	0,48	0,48	0,24
Женщины	0,56	0,54	0,28
Мужчины	0,60	0,58	0,34
Старики	0,65	0,65	0,36
Оригинал	0,48(+0,20)[1]	0,44(+0,20)	0,24(+12)
Негатив	0,73(–0,10)	0,75(–0,10)	0,85(–0,06)

[1] В скобках указаны возможные отклонения от номинала.

Цветовой баланс негативного изображения

1. Цветовая разбалансировка по сине-красному отношению при несоответствии пленки используемому освещению достигает двух делений диафрагмы (0,24 + 0,28). Разбалансировка цветоделенных плотностей в негативе достигает 0,26 Б, что соответствует 10 светам копировального паспорта. Поэтому при съемке на пленку ЛН с дневным светом следует обязательно устанавливать светофильтр типа Kodak Wratten 85 и увеличивать открытие диафрагмы на 2/3 деления.

Таблица 4.9. **Изменение баланса логарифмов экспозиции относительно зеленочувствительного слоя и баланса плотностей в цветных негативах**

Источники света		Пленка типа ДС				Пленка типа ЛН			
Цветовая тем-ра, К	Тип	lg(B/G)	D_c–$D_з$	lg(R/G)	$D_к$–$D_з$	lg(B/G)	D_c–$D_з$	lg(R/G)	$D_к$–$D_з$
3200	ЛН	–0,28	–0,14	0,24	0,12	0	0	0	0
4000	ЛН+HMI, MSR	–0,13	–0,07	0,11	0,06	0,15	0,07	–0,13	–0,06
5500	ДС или HMI и MSR	0	0	0	0	0,28	0,14	–0,24	–0,12

2. При съемке со смешанным светом (ДС+ЛН), когда цветовая температура близка к 4000–4500 К, разбалансировка негатива по плотностям оказывается в два раза меньше (0,07 + 0,06 = 0,13 Б).

Поэтому при съемке на негативную пленку типа ЛН при смешанномм свете (ЛН + HMI или MSR) можно не применять желтый светофильтр Kodak Wratten 85, а воспользоваться осветительными светофильтрами.

3. Во время съемок с импульсными металлогалогенными лампами HMT и MRS возникают проблемы с устранением фликер-эффекта и звукового фона (при их питании от сети 50 Гц). (См. гл. 2. «Технология киносъемки».)

Фотографический контроль экспонирования

1. В лабораториях обработки для стабилизации цветного проявления и копирования применяется метод «сквозного фотографического контроля» — метод постоянной оптической плотности или его аналог LAD-метод (см. гл. 6).

2. Для контроля применяют нормально экспонированные тест-негативы, обязательно содержащие портретное изображение и изображение серого 18%-го эталона.

3. Нормированный процесс включает регулярное проявление цветной сенситограммы на контрольной пленке, а также обязательную печать нескольких кадров тест-негатива с каждым роликом смонтированного негатива. Печать осуществляется на нормированных средних значениях копировального цвето-светового паспорта (25-25-25). Контроль завершается выбором форфильтра для каждой партии позитивной пленки.

4. Контроль правильности экспонирования, осуществленного при съемке, проводится визуальным сравнением позитивных изображений и сравнением паспортных условий печати.

5. Для нормализации процесса настройка цветоанализатора также осуществляется по тест-негативу так, чтобы при нормированных условиях (25-25-25) на экране монитора получалось оптимальное цветовоспроизведение.

Уменьшение экспозиции при съемке на 1/3 деления диафрагмы (или серого фильтра 0,10Б) вызывает уменьшение плотности негатива (при гамме 0,5–0,6) на 0,05 Б.	Уменьшение плотности негатива на 0,05 Б требует при копировании уменьшения экспозиции на 2 света копировального паспорта.

6. Контроль правильности съемки негативов по паспортным данным следует считать достаточно точным при условии их съемки на один и тот же тип пленки (с постоянной плотностью цветокорректирующих масок).

7. Изменение экспозиции на 1/3 деления диафрагмы следует считать допустимым поскольку оно не превышает двух светов копировального паспорта. Отклонение от нормальной экспозиции на одно деление диафрагмы эквивалентно шести светам паспорта.

Экспонирование обращаемой кинопленки

1. Главное требование — исключение излишней экспозиции. Наиболее светлые участки объекта не должны быть в обращенном изображении (reversal master) излишне светлыми — «выжженными». Обращаемые пленки требуют согласованного экспозиционного закрепления на характеристической кривой двух светлых и средних тонов оригинала.

2. Для правильного экспонирования обращаемых кинопленок рекомендуются одновременно два метода: измерение интегральной яркости и точечное измерение наиболее ярких ключевых тонов. Яркомеры Минолта указывают необходимые для цветового баланса светофильтры.

3. Одновременно рекомендуется делать поправки на светлоту и контраст снимаемого объекта.

Рекомендации по операторской экспонометрии

Экспонометрия предусматривает выполнение трех операций.

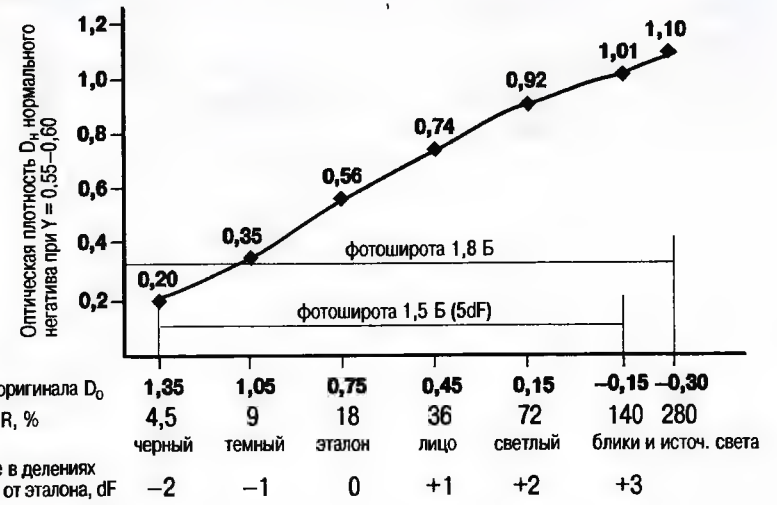
1. Визуальный анализ распределения яркости в изображаемом объекте. Этот анализ завершается выбором сюжетно важных по светлоте участков и метода измерения световых величин.

2. Прогнозирование тоновоспроизведения — представление о распределении на характеристической кривой изображения сюжетно-важных деталей на ее прямолинейном и нижнем криволинейном участках (где $D_н$ меньше $D_{нз}$ = 0,20). Введение экспозиционных поправок на визуально контролируемую светлоту объекта и на светлоту дистанционно измеряемых яркостей ключевых тонов (если они заметно отличаются от серого 18%-го эталона, по которому калиброван экспонометр). Контроль яркости небосвода с выбором цветных и оттененных светофильтров.

3. Принятие компромиссного решения об экспозиционном режиме съемки с сохранением достаточно большого значения диафрагмы для приемлемой глубины резкоизображаемого пространтсва.

Правила успешной работы с экспонометром

- Используйте по возможности оба метода, основанных на измерении падающего и отраженного света.
- Регулярно сравнивайте показания экспонометра с показаниями ранее проверенных приборов.
- Выбирайте несколько ключевых тонов и придерживайтесь их.
- Всегда визуально оценивайте правильность показания экспонометра, исходя при этом из конкретной ситуации и накопленного опыта.
- Записывайте условия экспонирования «памятных» негативов и показания экспонометра. Сопоставляйте эти данные со «светами» копировального паспорта.



Экспонирование с точечным контролем яркости

1. Точечные измерения яркости природных ключевых тонов имеют большое методическое значение. Они приучают к поэлементному визуальному сравнению яркостей и анализу распределения светотени.

Для уточнения экспозиционного значения диафрагмы такое измерение применять весьма трудно вследствие дефицита времени, а также вследствие интуитивного внесения экспозиционной поправки по совокупности сюжетно-важных изобразительных признаков.

2. В табл. 4.10 представлены результаты точечного измерения яркости разноосвещенных участков кадра при съемке персонажей средним планом С128 (по бедра или по колени) в бытовом интерьере с весьма слабым смешанным освещением (при котором, казалось бы, можно было как-то «усреднить» результаты точечных измерений).

3. Этот пример представлен фирмой «Kodak» для рекламы пленки Vision 320T, обладающей повышенной фотографической широтой.

Главная особенность в примере — двустороннее освещение смешанным светом: дневным, проникающим через широкие окна (ДС, 640 лк), и слабой электрической подсветкой (ЛН, 80 лк).

Данные, представленные в табл. 4.10, указывают на весьма широкий интервал плотностей. В качестве ключевого тона можно было выбрать более светлый боковой участок лица (для получения изображения в более темной тональности) или более темный передний участок, являющийся сюжетно более важным.

4. Выбран был более светлый боковой участок лица (E = 320 лк = 32 ft•cd), поскольку даже в этом случае требовалось значительное открытие диафрагмы F2,8.

5. В результате съемки с минимально возможным значением диафрагмы F2,8 глубина резкоизображаемого пространства получилась весьма критической, с явным недостатоком резкости изображения близлежащих предметов.

6. Данный пример показывает, что определение экспозиции должно проводиться с учетом фактической освещенности объекта и желаемой тональности изображения.

Киносъемка в интерьере со смешанным светом

Пример. Кинопленка EI 320T. Средний план С128. Объектив f50.

Освещение смешанное, создается дневным светом с подсветкой от лампы накливания. Ключевой свет E = 32 ft•cd = 320 лк; F2,8.

Дополнительный свет E = 8 ft•cd = 80 лк, F1,4.

Наиболее яркие контуры создаются заднебоковым дневным светом из окна. Освещенность яркой части окна E = 64 ft•cd = 640 лк, F4.

Таблица 4.10. **Отклонения измеренных экспонометром значений диафрагмы в большую или меньшую сторону от ключевого тона**

Средние и темные участки кадра (понижение значения диафрагмы)	dF	Яркоосвещенные участки кадра (повышение значения диафрагмы)	dF
F – затененная часть лица	–1	B – яркая часть окна	+4
D – серая ткань (18%)	–2	C – менее яркие участки окна	+3
H – серая ткань в тени	–2,6	D – яркоосвещенная стена	+2
I – волосы темные в тени	–3		
Интервал темных тонов достигает 3-х делений диафрагмы. Интервал плотности в «тенях» 0,9 Б		Интервал яркоосвещенных тонов достигает 4-х делений диафрагмы. Интервал плотности в «светах» 1,2 Б	

При сложном естественном освещении в интерьерах большинство сюжетно-важных деталей оказываются слабоосвещенными (dF –3, –2, –1). Интервал темных тонов достигает 0,9 Б.

Интервал яркоосвещенных деталей при наличии в кадре источников света получается весьма большим и достигает 1,2 Б.

Точное воспроизведение яркостных различий в «высоких светах» не имеет сюжетного значения. Поэтому результаты измерений в высоких светах при выборе диафрагмы для нормальной экспозиции в расчет не принимались.

Нормальная и повышенная экспозиция

1. Нормальную экспозицию (рекомендуемую экспонометром) следует считать номинальной, или минимально необходимой для прямо пропорционального воспроизведения градации плотностей объекта на трех характеристических кривых негативной кинопленки. Вместе с тем по рекомендациям фирм — изготовителей кинопленок для улучшения цветовоспроизведения рекомендуется уменьшать значение диафрагмы на одно деление.

2. Улучшение цветовоспроизведения при повышенной экспозиции происходит благодаря увеличению количества прореагировавших цветокорректирующих (маскирующих) компонентов (по сравнению с менее чувствительными немаскирующими компонентами).

3. Эффект частичного повышения яркости и насыщенности цветовых тонов при повышенной экспозиции, так же как эффект частичного зачернения цветовых тонов при пониженной экспозиции, соответствует зрительному восприятию при повышенной и пониженной освещенности.

4. Высокочувствительные негативные кинопленки (EI500/400) дают возможность в большой степени зачернять изображение уменьшением экспозиции (по сравнению с негативными кинопленками средней светочувствительности), так как в высокочувствительных пленках вследствие дополнительной концентрации немаскирующих компонентов частичное зачернение в «тенях» происходит еще при нормальной экспозиции.

Таблица 4.11. **Ориентировочное влияние экспозиции на цветовоспроизведение (в делениях диафрагмы)**

Негативные кинопленки	Снижение экспозиции (увеличение зачернения цвета)		Нормальная экспозиция	Повышение экспозиции (повышение чистоты цвета)	
	–2/3dF	–1/3dF	0dF	+2/3dF	+1dF
EI500/400	0	–2/3	–1/3	0	1/3
EI250/200	–2/3	–1/3	0	1/3	2/3
EI125/64	–1/3	0	1/3	2/3	2/3

5. При работе с обращаемыми цветными кинопленками, в отличие от работы с негативными кинопленками, не допускается повышение экспозиции с целью исключения «выбеливания» деталей в «светах» изображения.

Киносъемка в помещениях с естественным освещением

1. В табл. 4.12 представлены значения диафрагмы, необходимые для съемок на пленки типа ЛН при слабом естественном освещении, а также достигаемая при этом глубина резкоизображаемого пространства L.

С целью снижения экспозиционных потерь корректировочный светофильтр Kodak Wratten 85 заменен на Kodak Wratten 85C, который снижает экспозицию лишь на 1/3 деления диафрагмы. Применение данного светофильтра LLD («Tiffen») не требует даже такой экспозиционной коррекции. Благодаря этому можно расширить глубину резкоизображаемого пространства в 1,5 раза и повысить четкость в общих планах.

Таблица 4.12. **Глубина резкоизображаемого пространства в крупных планах при малой освещенности**

Светочувствительность кинопленки EI	Светофильтр	Диафрагма F для заданных освещенности E и экспозиционных чисел EV (E/EV)				
		60/5	135/6	270/7	540/8	–
250	85C	1,2	1,4	2,0	2,8	–
500	85C	1,4	2,0	2,8	4,0	–
250	–	1,3	1,6	2,3	3,2	–
500	–/LLD	1,6	2,3	3,2	4,5	–
		Глубина резкоизображаемого пространства L, см				
Диафрагма F	–	1,2	1,4	2,0	2,8	4,0
В плане K46	–	5	7	10	14	20
В плане K64	–	10	14	20	28	40

2. При освещенности меньше 250 лк точная наводка на резкость затрудняется сниженной яркостью оптического изображения в окуляре, а также уменьшающейся глубиной резкоизображаемого пространства. В крупных портретных планах глубина L оказывается меньше 15 см.

3. Преимущества съемки в помещениях с дневным светом проявляются в естественности воспроизведения видимых глазом цветовых рефлексов и различных отблесков, способствующих пластичному выявлению объемных форм. Поэтому дополнительной подсветкой пользуются в случае крайней необходимости и для расстановки световых акцентов.

Киносъемка в помещениях с электрическим освещением

1. Современные цветные негативные кинопленки благодаря высокой светочувствительности обеспечивают получение нормальных по экспозиции негативов при весьма слабой освещенности.

2. Пониженная освещенность приучает работать на пределе экспозиционных возможностей кинопленки (см. табл. 4.12). Причем предпочтение отдается ультрасветосильным объективам, хотя для четкого изображения в общих планах обязательно повышенное диафрагмирование.

3. При съемке с полным открытием диафрагмы или при ее малых значениях (меньше F4) происходит снижение четкости в плоскости фокусировки (ориентировочно оно равно для F4 — 500 ТВЛ, для F2,8 — 400 ТВЛ; F2 — 350 ТВЛ). Одновременно сокращается глубина резкости, что наиболее критично при съемке крупных планов.

4. Повышение освещенности расширяет изобразительные возможности особенно при съемке динамичных монтажных кадров, когда точная наводка на резкость затрудняется движением кинокамеры.

5. Для того чтобы при достаточной четкости изображения в общих планах «смягчить» изображение в крупных планах, рекомендуется проводить съемки со значениями диафрагмы не меньше F4 или применять для требуемого уровня смягчения калиброванные по этой характеристике структурные светофильтры.

Таблица 4.13. **Параметры съемки с нормальной экспозицией**

Глубина резкости L в крупных планах, см		Диафрагма F	Четкость изображения, ТВЛ	Освещенность E (лк) для нормальной экспозиции негативных кинопленок светочувствительностью EI		
K46	K64			500/400	250/200	125/100
28	56	5,6	700	1000	2000	4000
20	40	4	500	500	1000	2000
14	28	2,8	400	250	500	1000
10	20	2	350	125	250	500

6. В табл. 4.13 показана возможность съемки нормальных по экспозиции негативов при уменьшении значения диафрагмы, сопутствующем снижении четкости изображения в общих планах и глубины резкоизображаемого пространства в крупных планах (K46 и K64). В табл. 4.14 и 4.15 представлены параметры съемки нормально экспонированных изображений в темной, средней и светлой тональности.

Высококонтрастное освещение по глубине сцены

1. При съемке крупных планов в условиях пониженной освещенности для достижения удовлетворительной экспозиции и приемлемой глубины резкоизображаемого пространства требуется дополнительная подсветка от камеры. В результате контраст освещения по глубине сцены возрастает — более удаленные предметы и персонажи оказываются слабо освещенными. Все разномасштабные кадры, снимаемые со слабо освещенным фоном регистрируются в негативе в темной тональности.

2. Представленные в табл. 4.14 данные соответствуют высококонтрастному освещению по глубине сцены (4:1), создающему весьма темную тональность изображения — с весьма заметной «недодержкой» в фоновых участках (в два деления диафрагмы).

Таблица 4.14. **Параметры съемки типовых по крупности планов в темной тональности с высококонтрастным освещением по глубине**
(пленка EI250 – нормальная экспозиция для крупных планов)

Парные композиции	крупные K46–K64	средние C92–C128	общие O184–O256	Освещенность в глубине сцены $E_м$ и макс. достижимая четкость в общих планах[1] при заданной диафрагме F
Оптимальная глубина резкости				
Диафрагма F	5,6	5,6	5,6	$E_м$ = 500 лк
Освещенность E, лк	2000	1000	500	до 700 ТВЛ при F5,6
Глубина резкости[1] $L_о$, см	28	112	450	(50 лин/мм)
Удовлетворительная глубина резкости				
Диафрагма F	4	4	4	$E_м$ = 250 лк
Освещенность E, лк	1000	500	250	до 500 ТВЛ при F4
Глубина резкости[1] $L_у$, см	20	80	350	(35 лин/мм)
Приемлемая глубина резкости				
Диафрагма F	2,8	2,8	2,8	$E_м$ = 125 лк
Освещенность E, лк	500	250	125	до 400 ТВЛ при F2,8
Глубина резкости[1] $L_п$, см	14	56	250	(30 лин/мм)

[1] Четкость и разрешающая способность указаны ориентировочно, как средние значения по всей площади кадра.

3. При увеличении экспозиции на одно деление диафрагмы (например, с F5,6 на F4) 4-кратную «недодержку» в изображениях удаленных персонажей можно сократить в два раза.

4. Изменение контраста освещения по глубине сцены дает возможность регулировать световую тональность и фактуру снимаемого объекта на кинопленке путем выбора надлежащей экспозиции.

Изменением цветности освещения по глубине сцены можно менять не только световую, но и цветовую тональность изображения.

Малоконтрастное освещение по глубине сцены

1. В табл. 4.15 показаны варианты съемки различных по крупности планов с малоконтрастным (2:1) и равномерным (1:1) освещением по глубине сцены.

Таблица 4.15. **Параметры съемки типовых по крупности планов в средней и светлой тональности**

(пленка EI250 – нормальная экспозиция для крупных планов)

Характеоистики изображения	Средняя тональность, малоконтрастное освещение по глубине (2:1)			Светлая тональность, равномерное освещение по глубине (1:1)			Макс. четкость в общих планах[1], ТВЛ
Парные композиции	крупные К46–К64	средние С92–С128	общий О184–О256	крупные К46–К64	средние С92–С128	общий О184–О256	
	Оптимальная глубина резкости						
Диафрагма F	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	
Освещенность Е, лк	2000	1500	1000	3000	3000	3000	700
Глубина резкости L_o, см	28	112	450	28	112	450	
	Удовлетворительная глубина резкости						
Диафрагма F	4	4	4	4	4	4	
Освещенность Е, лк	1000	750	500	1500	1500	1500	500
Глубина резкости L_y, см	20	80	350	20	80	350	
	Едва приемлемая глубина резкости						
Диафрагма F	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	
Освещенность Е, лк	500	350	250	750	750	750	400
Глубина резкости $L_п$, см	14	56	250	14	56	250	

[1] Четкость и указана ориентировочно, как среднее значение по всей площади кадра.

2. В случае уменьшения освещенности в глубине сцены (2:1) удаленные персонажи, в том числе снимаемые общим планом, получаются в частичной «недодержке». Изображение регистрируется на пленке в средней пониженной тональности.

3. Если значение диафрагмы снизить на одно деление, то экспозиционных «недодержек» можно избежать и получить изображение в более светлой тональности. Вместе с тем светотеневые контрасты сохранятся.

4. Изображения, снятые с равномерным по глубине освещением, регистрируются на пленке так же, как более светлые.

Для съемки изображения в светлой тональности недостаточно равномерного по глубине освещения, необходима подсветка, такая, чтобы даже тени выглядели прозрачными.

Изобразительные аспекты освещения

1. Главными изобразительными средствами в цветной киносъемке являются кадрирование и светотеневое освещение. Оно призвано восполнить ощущения объемности, которые теряются при изображении на плоскости кадра того, что мы видим бинокулярно.

2. Не меньшее значение имеет и тот факт, что у оператора отсутствует возможность усиливать цветовые контрасты красочными сопоставлениями, как это делают живописцы. Приходится пользоваться цветотеневым освещением, например, в дополнительных цветовых тонах (теплых и холодных).

3. Светотеневое освещение позволяет подчеркнуть пространственное расположение персонажей, а также их взаимодействие. Одним из правил монтажной съемки является правило, согласно которому разница подчеркивается в светотеневом построении последовательных портретных кадров с поддержкой линии взаимодействия персонажей (направлением и контрастом светотени). При различии в светотеневом рисунке они должны изображаться в единой световой тональности.

Таким образом, удается не только достоверно изобразить среду и конкретную ситуацию, но и подчеркнуть (если требуется) индивидуальные внешние черты, эмоциональное состояние и действия главных персонажей.

4. Поиск и выбор изобразительных приемов и, в частности, светотеневого освещения осуществляются творчески, в соответствии с возникающим в памяти изобразительными образами.

5. Ассоциативный зрительный образ, вначале неясный, постепенно вырисовывается и познается в процессе поиска композиции каждого кадра, а также изобразительно подходящего освещения для съемки всего ряда разномасштабных планов единого эпизода.

Изобразительная характеристика света

1. Когда у главного оператора имеются надежные помощники, обеспечивающие технически правильную и экспозиционно нормированную киносъемку, он может целиком переключиться на «художественную организацию» съемочного материала, на установку света, на получение задуманных картинных образов с ожидаемым эмоциональным эффектом.

2. Кинорежиссер Ингмар Бергман вспоминая о работе с известным кинооператором Стивом Ньюквистом, так описывает суть творческой работы: «Мы были безраздельно захвачены проблемой света: мягкого, опасного, мечтательного, живого, мертвого, ясного, туманного, горячего, резкого, холодного, внезапного, мрачного, весеннего, льющегося, изливающегося, прямого, косого, чувственного, покоряющего, ограниченного, ядовитого, успокающего и светлого».

Каждое из перечисленных определений ассоциативно связано со зрительным образом из того запаса, которым должен обладать художник для воплощения этих образов в кадры фильма.

3. В творческой работе по «установке света» оператор проводит каждую операцию в поиске наибольшего соответствия построенного изображения уточненному зрительному образу.

«У меня нет пристрастия ни к мягкому, ни к жесткому свету, ни к какому другому. Я ставлю именно тот свет, который необходим». «Живой свет — контрастный и энергичный, в то время как мертвый — очень вялый и не дает теней. Ясный свет — контрастнее живого, но ненамного. Резкий свет искажает чувства, выраженные на лице». Эти различия в характеристике света, отмеченные Стивом Ньюквистом, обусловлены не только контрастом светотени. Не менее важна размытость границ светотени.

Контрастный свет с размытой, невидимой границей тени — «живой», «пластичный», он не только отчетливо выявляет форму, но и сглаживает шероховатости кожи, бликами «оживляет» портретные изображения.

Мягкий свет — это «пластичный» свет сниженного контраста. Ясный свет — это контрастный свет, но с уменьшенной протяженностью светотени на отдельных участках лица.

Приоритет светотеневого освещения

1. Изобразительное разнообразие в кинематографии во многом основано на воспроизведении зрительных эффектов и использовании приемов живописи.

2. Зрительные эффекты в живописи полно и точно описаны Леонардо да Винчи в записках по изобразительному творчеству. Заголовки в этих записках отражают существо наблюдений и рекомендаций:

«О причине утраты цветов и фигур вследствие мрака, который лишь кажется, но не существует в действительности»;

«О цветах, которые кажутся изменившимися в своей сущности вследствие сопоставления их с их фонами»;

«Что важнее: чтобы фигура изобиловала красотою цветов или чтобы она была показана в сильном рельефе».

Леонардо да Винчи ввел в живопись прием «stumato» — приглушенность всех цветов, окруженных мягкой атмосферной дымкой. Вместе с тем он отстаивал приоритет светотеневой композиции и яркостных (светотеневых) контрастов.

«Хочешь сделать превосходнейшую темноту,— писал Леонардо да Винчи,— придай ей для сравнения превосходнейшую белизну, и совершенно так же превосходнейшую белизну сопоставляй с величайшей темнотою». И далее: «Фон, окружающий фигуру каждого написанного предмета, должен быть темнее, чем освещенная часть этой фигуры, и светлее, чем его затененная часть». Эта рекомендация, ставшая хрестоматийной, напоминает, что художественное изображение должно строиться на индивидуальном зрительном восприятии тональных и цветовых различий. В композиции кадров немалую роль имеют живописные аналоги.

Использование живописных приемов расширяет возможности кинематографа. В частности, из живописи пришло и утвердилось мнение, что кадр нельзя освещать полностью, что предпочтительнее минимум света и цвета и максимум контраста, что следует работать с одним источником «рисующего» света, чтобы избежать появления двойных теней.

Разнообразие художественного освещения

1. Творческий подход проявляется не только в умении мысленно представлять и уточнять зрительные образы — не менее важно, чтобы это уточнение было конкретным для главных персонажей.

2. Работа с дублерами, по мнению многих операторов, мешает налаживать доверительные отношения с актерами. Хорошие актеры реагируют на освещение и делают все так, как задумано режиссером и оператором.

3. При киносъемке сложных сцен следует помнить, что осветительная аппаратура предназначается не только для достижения нормальной экспозиции. С ее помощью создается требуемая атмосфера действия, среда. Важно определить, когда надо освещать глаза, а когда их следует скрывать.

4. На репетициях главных действующих лиц рекомендуется отмечать характерные черты в движениях актеров. Особого внимания заслуживают предлагаемые актерами варианты их движения и поведения. Такая подготовка позволяет точнее наметить траекторию движения камеры и расстановку осветительной аппаратуры перед последующей репетицией и съемкой.

5. Световые, резкостные и светотеневые акценты, намеченные на репетиции и реализуемые при съемке, должны находиться в согласии с эмоциональным настроем изображаемого действия и его исполнителей. Различный эмоциональный настрой во многом предопределяет изобразительное разнообразие в снимаемых сценах.

Например, при «внимательно-заинтересованном» взгляде мы не замечаем неприятные детали (шероховатость кожи, морщины и т. д.). В другом случае, напротив, мы обращаем вимание на неприятные, искаженные черты лица (когда эти эффекты бывает необходимо изобразить).

6. Для большей выразительности изобразительное многообразие должно преднамеренно ограничиваться используемыми приемами. Это относится к выбранной четкости изображения, его контрастности, к ограничению цветовой гаммы и глубины резкости.

Например, если имитируется эффект слабого освещения с усиленной зачерненностью цветов в «тенях», то он должен присутствовать во всех главных кадрах снимаемого эпизода. Причем это уменьшение насыщенности цветов должно отличаться от уменьшения цветовой контрастности, которое мы наблюдаем, например, в пасмурный день.

Цветовые контрасты

1. Для художественного изображения характерны не только естественные светотеневые контрасты — не меньшее изобразительное значение имеют свойственные зрению цветовые эффекты, которые используются в живописи.

2. Изобразительно наиболее важны эффекты «одновременного» яркостного и цветового контраста. Зрительно они проявляются в виде взаимного усиления яркости и насыщенности цветов двух рядом расположенных участков: светлый участок рядом с темным выглядит светлее, а темный — темнее.

Эффект кажущегося усиления яркостных контрастов сопровождается ощущением появления дополнительных по цвету оттенков на рядом расположенных разноцветных участках. Например, на белом участке, расположенном рядом с желтым, ощущается фиолетовый оттенок.

3. Эффекты усиления контрастов возрастают не только от увеличения освещенности. Психологически они усиливаются при повышенной внимательности и длительности взгляда.

4. Впервые теоретическое и экспериментальное исследование явления одновременных и последовательных цветовых контрастов провел Иоган Вольфганг Гете. Результаты исследования он изложил в знаменитом труде «Учение о цвете» (1810). По созданной им теории цвет познается в ощущении (как единство ощущения от рассматриваемого окрашенного участка и дополнительного цветового оттенка, индуцируемого в сознании от соседнего участка). Индуцируемые (кажущиеся) оттенки лишь приблизительно соответствуют дополнительному цветовому тону, определяемому в колориметрии диаметрально противоположным монохроматическим излучением к доминирующей длине волны.

5. При киносъемке цветовые эффекты, подобные одновременному цветовому контрасту, приходится создавать усиленным светотеневым, в том числе цветодополнительным освещением, акцентируя тем самым внимание на сюжетно-важных персонажах и деталях.

Цветодополнительный рисующий свет

1. В цветной киносъемке, так же как в черно-белой, испольльзуются четыре основных вида света: рисующий, моделирующий, заполняющий и контровой. Однако изобразительные функции каждого вида света расширяются благодаря использованию разноцветных источников и создаваемых ими цветовых контрастов.

2. Заполняющий свет, создающий освещенную воздушную среду и цветовую перспективу, может регулироваться в глубину кадра по яркости и цветности. Таким образом удается создать требуемую цветовую тональность в снимаемых кадрах и сделать ее единой для всего эпизода.

3. Рисующий свет может несколько отличаться по цветности от заполняющего света, но по зрительному ощущению на лицах главных персонажей он должен оставаться «белым». Вместе с тем рисующий свет тоже может быть смешанным по цвету его составляющих, например, содержать дополнительные цвета.

4. Цветодополнительное портретное освещение может быть цветотональным и цветотеневым.

Цветотональное освещение создается двумя источниками, одинаково направленными со стороны камеры, но разноудаленными от снимаемого объекта. Если на более удаленном источнике установлен светофильтр оранжево-розового цвета, а на близкорасположенном — голубого цвета, то фронтальные участки объекта будут освещены смешанным белым светом. Косорасположенные участки будут в большей степени освещены оранжево-красным светом, поэтому контур получится в теплых тонах.

5. *Цветотеневое* портретное *освещение* создается трехполосной светящейся поверхностью, например, когда две боковые полосы оранжево-розового цвета, а средняя полоса голубого цвета.

Такое трехполосное освещение с большой площадью светящейся поверхности может быть создано не только с помощью соответствующих светофильтров, но и с помощью люминисцентных ламп теплого и холодного цвета (по две–три лампы в каждой вертикальной полосе). Смещение разноцветных потоков не требует корректирующих съемочных светофильтров при нормальной или несколько большей экспозиции.

6. Цветодополнительное освещение расширяет многообразие цветовых оттенков и создает мягкие цветодополнительные тени, характерные для живописи, усиливая тем самым «пластичность» портретных изображений.

Яркость деталей и яркость света

1. Яркость в светотехнике — объективная величина, характеризующая количество отраженного от некоторой детали в определенном направлении света без уточнения расположения источника света и гладкости поверхности.

2. Яркость в киносъемочном процессе предусматривает визуальное сопоставление отраженного от разноудаленных предметов света.

В изобразительном плане наиболее важной является зависимость зрительных ощущений яркости:

- от шероховатости или гладкости поверхности предмета;
- от соотношения направленного и рассеянного света в рисующем световом потоке;
- от направления рисующего света по горизонтали и вертикали по отношению к линии съемки.

3. При зеркальном отражении падающего на деталь света яркость этой детали возрастает тем сильнее, чем больше гладкость и чем меньше шероховатость, а также чем больше доля направленного света в рисующем свете по сравнению с рассеянным.

4. Вследствие указанных объективных причин соотношение яркости для одного и того же объекта существенно изменяется в зависимости от условий освещения, высоты расположения источников света и угла наклона рисующего пучка света.

Чем ниже расположен источник света и соответственно чем меньше угол наклона и угол отражения рисующего света, тем больше яркость всех вертикально расположенных поверхностей. Поэтому фронтально направленный свет обеспечивает большую яркость лиц снимаемых персонажей. Увеличение угла наклона уменьшает долю зеркально отраженного света, вследствие чего освещение кажется менее ярким.

5. Нормальное портретное освещение — это переднебоковое освещение при наклоне сверху под углом 45°. Оно обеспечивает максимальное разнообразие яркостей всех видимых глазом деталей.

В первую очередь это относится к разнообразию светотеневых переходов на лицах снимаемых персонажей и изменению яркости их изображения при уменьшении угла наклона пучка света. Всякое перемещение источника света в горизонтальном или вертикальном направлении меняет равновесный баланс светотени.

Моделирующий портретный свет

1. Моделирующий портретный свет наиболее разнообразен по назначению и исполнению.

- Если моделирующий свет требуется для смягчения теней, то применяются осветительные приборы с регулируемым соотношением рассеянного и направленного света.
- Если моделирующий свет применяется для высветления лиц, то он должен быть прямо направленным, а по цветовому тону — приближенным к рисующему свету.
- Если моделирующий свет применяется для подсветки белков глаз, то он создается отраженным светом, например от окрашенной поверхности. Если же требуется получить блики на зрачках, то применяются точечные источники света.

2. Для получения однотипных по световому рисунку портретных изображений в ряду монтажных кадров применяются источники моделирующего света, сопровождающие движущуюся кинокамеру. Сопровождающий моделирующий свет может быть ключевым по цветовым тонам, например, когда ряды монтажных кадров снимаются в разноосвещенных частях интерьера, в которых рисующий свет значительно изменяется.

3. Для цветовой собранности монтажных кадров важно выбрать, запомнить и уметь воспроизвести ключевой цветовой контраст телесных тонов с преобладающим цветовым тоном в самом объекте.

4. В портретных кадрах важно не только подчеркнуть характерные или требуемые по сюжету черты лица, еще важнее получить выразительное изображение глаз и взгляда и тем самым передать душевное состояние, настроение или же характер снимаемого персонажа. Например, радостное состояние, веселое настроение передаются бликами в изображениях зрачков глаз. Для этого вместо одного, могут потребоваться два блика, несколько различные по размеру и положению.

5. Блики на глазах не должны быть излишне большими, они должны создаваться отраженным светом от фронтально расположенных у камеры больших осветительных щитов. (Это необходимо, чтобы исключить эффект «выбеливания» глаз.) Более того, при съемках актеров со светлыми глазами у камеры располагаются черные затемнители или щиты с темной окраской.

Предметность изображения

1. Живописная манера приемлема в художественных фильмах. В документальных, спортивных и даже в некоторых художественных фильмах, снимаемых в подчеркнуто документальной манере, роль живописных приемов, основанных на светотеневых и цветовых контрастах, существенно снижается. На смену им приходят более равномерное освещение и динамические акценты. Для их выполнения требуется повышенная четкость изображения и повышенная оперативность в управлении камерой.

2. Динамические акценты, используемые в кинематографии, создаются пространственными и временными контрпунктами, т. е. выделением сюжетно-важных персонажей и объектов в сюжетно необходимые моменты.

3. Динамические акценты осуществляются:

- движением кинокамеры, обеспечивающим требуемый темп и ритм;
- укрупнением снимаемых персонажей, а также очередностью и длительностью разномасштабных планов в каждом монтажном кадре и совокупностью последних в снимаемом эпизоде;
- наездом камеры, создающим ощущение приближения зрителя к сюжетно-важному персонажу, или увеличением фокусного расстояния, имитирующим «взгляд издали».

4. Внутрикадровый монтаж включает в себя выявление сюжетно-важных игровых ситуаций и вместе с тем достоверное изображение пространственных соотношений и предметности объекта.

5. Пространственные соотношения выявляются посредством линейной, воздушной (цветовой) и рельефной (резкостной) перспектив.

6. Предметность изображения предусматривает выразительное представление в плоскости кинокадра объемных форм и окраски предметов.

7. Существует два метода выявления предметности и пространственности изображаемого объекта. Первый основан на усилении локальных цветов — предметных окрасок — бестеневым фронтальным освещением.

Второй метод основан на усилении светотеневых контрастов только на первоплановых персонажах при изображении всего пространства в «обусловленных» цветах — в атмосферной дымке или в ее имитации.

8. При съемке с движением для усиления предметности и пространственности изображения требуется не только повышение глубины резкости, но и уменьшение смаза изображения (что достижимо, например, изменением угла открытия обтюратора). Повышенный смаз требуется в случае имитации стремительного движения. (Подробнее см. в гл. 2. «Технология киносъемки».)

Осветительное оборудование

1. Технология освещения в киносъемке неразрывно связана с операторским мастерством и производственным процессом постановки фильма. На практике она сводится к выбору и расстановке осветительных приборов, позволяющих проводить съемку разномасштабных планов и многоплановых кадров в заданной световой тональности, с выбранным свето-теневым характером освещения, с созданием сюжетно необходимых световых акцентов.

2. В связи с широким развитием внестудийных съемок современный ассортимент осветительной аппаратуры ориентирован на мобильные съемки (по транспортировке и установке аппаратуры, а также по технологии ее использования). Комплектность аппаратуры предусматривает съемку ряда монтажных кадров с унифицированным освещением (при минимальной его коррекции) от плана к плану.

3. Во внестудийные комплекты входят осветительные приборы сравнительно небольшой мощности: от 500 до 2000 Вт. Они вполне достаточны для съемок на высокочувствительные кинопленки, а также для видеосъемок видеокамерами с типовой светочувствительностью (F8 при E = 2000 лк). В комплект входит от двух до шести светильников рассеянного света и направленно-рассеянного света с матированными и зеркальными отражателями или с отражателями — зонтами большого размера.

4. Для киносъемок с традиционной установкой света на индивидуальные портретные планы выпускаются приборы с большой площадью светящейся поверхности.

5. Для кино- и видеосъемок на больших сценических и концертных площадках выпускаются осветительные приборы прожекторного типа с линзами Френеля и со сферическими фокусирующими линзами. Такие приборы «дальнего» действия позволяют создавать достаточно большую освещенность заполняющего света и в то же время акцентировать внимание на сюжетно-важных персонажах.

6. Среди европейских фирм наиболее полный ассортимент осветительной аппаратуры для студийных и внестудийных съемок производит фирма «Arri» (Великобритания). В несколько меньшем ассортименте, но не менее популярную осветительную аппаратуру выпускают фирмы «Sachtler» и «Dedo Weigert Film» (Германия), «Desist» (Италия) и др.

Фирмой «Arri» осветительная аппаратура выпускается комплектно — тремя рядами приборов, различающихся по мощности, для двух типов ламп.

Приборы с металлогалогенными лампами 6000 К:
Arri Daylight — лампы HMI — 0,6; 1,2; 2,5; 4; 12; 18 кВт;
Arri Compact — лампы MSR — 0,2; 0,6; 1,2; 2,5; 4; 6 кВт;
Arri Sun — лампы MSR — 1,2; 2,5; 4; 6 кВт.
Приборы с кварцево-галогенными лампами:
Arri Studio — 1, 2, 5, 10, 20 кВт;
Arri Junior (рефлекторные) — 0,3; 0,65; 1; 2; 5 кВт;
Arri Lite (малогабаритные) — 0,6; 0,8; 2 кВт.

Источники света

1. Применяемые в кино- и видеосъемках источники света подразделяются на лампы накаливания (ЛН) и газоразрядные (металлогалогенные и люминисцентные) лампы. Они различаются по цветовой температуре:
- лампы накаливания вольфрамовые бытовые — 2950 К;
- лампы накаливания кварцево-галогенные съемочные — 3200 К;
- металлогалогенные (ртутные) лампы — 5600 К;
- люминисцентные киносъемочные лампы — 5100 К, 3200 К.

2. Источники света различаются не только по цветовой температуре создаваемого ими света. Не менее важны их эксплуатационные различия. Газоразрядные лампы в 8–10 раз экономичнее и более долговечны, они обладают большой светоотдачей и малым тепловыделением. Однако требуют высокочастотного питания для устранения фликер-эффекта и уменьшения звукового фона.

3. Вследствие электрических разрядов в парах ртути в газоразрядных лампах возникают излучения линейчатого спектра, соответствующие четырем группам:
- ультрафиолетовые 365; 473 нм — 100%;
- сине-фиолетовые 404,7; 407,8; 435 нм — 60%;
- зелено-желтые 546 нм — 65%.

4. По этой причине возникают сине-зеленые оттенки при съемке со светом бытовых люминисцентных ламп. Особенно это заметно, когда осуществляется подсветка электрическим светом от камеры. А она почти всегда необходима.

При смешанном освещении съемочные светофильтры малоэффективны, т. к. они не позволяют сбалансировать цвет лица первоплановых персонажей с цветом фона.

5. Для кино- и телевизионных съемок разработаны газоразрядные лампы: металлогалогенные и флюоресцентные, в колбы которых к парам ртути введены сложные добавки, довольно удовлетворительно «сглаживающие» спектр излучений этих ламп.

Кварцево-галогенные лампы накаливания

1. Кварцево-галогенные лампы (табл. 4.16) накаливания изготавливаются следующим образом: кварцевая колба наполняется инертным газом (смесью азота и аргона или криптона и ксенона), который уменьшает испарение вольфрама. Тем самым удлиняется срок службы лампы, увеличиваются световой поток и цветовая температура до 3200–3300 К.

2. Срок службы металлогалогенных ламп (КГ и КГМ) в 3–5 раз больше, чем обычных ламп накаливания. (Лампы КГ — трубчатые, лампы КГМ — прожекторные, с вертикальной спиралью.)

3. Основное преимущество кварцево-галогенных ламп накаливания — непрерывный световой поток, позволяющий проводить съемки с различной частотой смены кадров, без возникновения мигания (фликер-эффекта).

Таблица 4.16. **Кварцево-галогенные лампы накаливания**

Тип ламп	Характеристика
Кварцево-галогенные лампы типа КГК	С концентрированным коротким телом накала; 3200 К; 220/110 В; 0,65–5 кВт; Osram: FKH, FKJ, FKK; Philips: FKK, FKP; Thorn: FKK и др.
Кварцево-галогенные лампы типа КГ	С моноспиральным длинным телом накала; 3200 К; 220/110 В; 0,5–10 кВт; Osram; Philips, Thorn и др.
Низковольтные лампы типа КГК	Малогабаритные; 3400 К, 24 В; 0,1–0,3 кВт; Osram: HLX, FCR, EHS; Philips: ESR, ECS, EHY
Кварцево-галогенные лампы типа «Фара» (с отражателем)	Малогабаритные; 3200 К; 220/110 В; 1 кВт; Osram: EXC, EXD, FXE; Thorn: EXC и др.

Основной недостаток этих ламп — более 70% энергии тратится на нагревание осветительного прибора. Это, с одной стороны, затрудняет проведение длительных съемок, с другой стороны, приводит к повышенному расходу электроэнергии.

Металлогалогенные лампы

1. Световой поток в этих лампах создается благодаря дуговому разряду, происходящему в колбах с парами ртути. Поэтому металлогалогенные лампы называют также газоразрядными, ртутными, иодистыми.

Галогениды металов (йодиды), применяемые в лампах HMI и MSR, в достаточной мере сглаживают линейчатый спектр ртути (до 5600 К) и тем самым устраняют неестественно синие оттенки на телесных и розовых тонах.

2. Газоразрядные лампы требуют меньшего расхода энергии, чем лампы накаливания. Светоотдача ламп MSR примерно в 1,5 раза выше, чем у таких же по мощности ламп HMI.

3. Благодаря применению высокочастотных устройств зажигания, газоразрядные лампы создают световой поток без заметного периодического мигания (фликер-эффекта) и без фонового шума, мешающего чистовой записи фонограммы.

4. Киносъемочные металлогалогенные лампы имеют односторонний цоколь и короткую дугу, что позволяет осуществлять достаточно точное центрование дуги в приборах прожекторного типа с линзами Френеля.

Таблица 4.17. **Металлогалогенные (ртутные) и флюоресцентные лампы для кино- и видеосъемок**

Тип ламп	Характеристика
Металлогалогенные лампы HMI и MSR	Ртутные, короткодуговые; 5600 К; 220/110 В; 0,2–12 кВт; Osram: HMI; Philips: MSR
Флюоресцентные (люминисцентные)	Высокочастотные; 5100/3200 К; 0,4–6,65 кВт; Balcar: Fluxlite; Osram и Philips

Люминисцентные лампы

1. Люминисцентные (флюоресцентные) лампы являются газоразрядными, импульсными. Отличаются от металлогалогенных ламп низким давлением паров ртути и тем, что стенки трубчатой колбы покрыты слоем люминофоров. Люминофоры светятся под действием ультрафиолетового излучения, возникающего при электрическом разряде в парах ртути.

2. В бытовых лампах в качестве люминофоров применяются талофосфат кальция, сурьма и марганец. В колбу лампы вводятся галогениды металлов и инертные газы. Изменение пропорции компонент позволяет варьировать цветность излучения от холодного белого (4700 К) до белого (3500 К) и теплого белого (2800 К).

Цветовая температура указана весьма приблизительно, т. к. бытовые люминисцентные лампы обладают линейчато-непрерывным спектром, излучения которого вносят синие и сине-зеленые оттенки, весьма заметные на телесных и розовых, а также на затененных серых тонах изображения.

Для цветоисправления рекомендуется при съемке применять соответствующие светофильтры (см. стр. 4.42).

3. Люминисцентные лампы шумят и создают прерывистый световой поток с частотой 100 Гц, поэтому они непригодны для съемок с чистовой записью фонограммы.

Для уменьшения фликер-эффекта — периодического мигания, возникающего вследствие несогласованных частот съемки и питающего тока, рекомендуется изменять частоту съемки до 25 к/с, в крайнем случае — изменять открытие угла обтюратора до 172,8°.

4. В 1995–1996 годах для теле-, кино- и видеосъемок начали применять люминисцентные (флюоресцентные) лампы, отличающиеся повышенным сглаживанием линейчатого спектра. В лампах Flux, выпущенных фирмой «Balcar», удалось приблизить цветовой баланс к свету кварцево-галогенных ламп накаливания (3200 К). В другом типе этих ламп спектральный состав соответсвует цветовой температуре 5100 К, т. е. близок к спектру металлогалогенных ламп (HMI и MSR) 5600 К.

5. Высокая экономичность флюоресцентных ламп (в 10 раз выше, чем ламп накаливания) и соответственно меньшее тепловыделение способствовали тому, что лампы Fluxlite, а также аналогичные им лампы, выпускаемые фирмами «Osram» и «Philips», широко применяются для оборудования малых телевизионных студий и отдельных кинопавильонов.

6. Специальное электропитание высокочастотным током (56 кГц) позволяет проводить киносъемку без мигания (фликер-эффекта) и с чистовой записью звука.

7. Для исключения мигания при нормальной частоте съемки применяются установки с электронным балластом. Они позволяют преобразовывать поток остроконечных световых импульсов в поток сглаженных импульсов, расширенных почти до полного их слияния.

Имитаторы естественного освещения

1. При съемках в кинопавильонах для имитации дневного освещения применяются осветительные приборы с большой площадью светящейся поверхности. С помощью сеток регулируется соотношение направленного и рисующего света. Таким образом удается регулировать протяженность и резкость границ светотени. В других приборах предусмотрено дополнительное изменение длины светового короба, что позволяет при мягкой границе светотени увеличивать ее контраст.

2. Наиболее простыми являются приборы общего света с зонтичными отражателями. Зонтичные отражатели быстро раскрываются и так же быстро крепятся на треножнике.

3. Наибольшую площадь светящейся поверхности имеют «световые короба» Rifa Lite, выпускаемые фирмой «Lovel»,— размер рамы 63x63 и 81x81 см. Эти осветительные приборы создают освещенность от 1000 до 2000 лк на расстоянии 1,5 м и 800 лк на расстоянии до 3 м.

4. Еще большую площадь светорассеивающей поверхности и большой «световой короб» имеют световые приборы Bank фирмы «Chimera»: 60x80, 90x120, 90x120, 135x180 см. Эти приборы выпускаются в трех вариантах.

Для дневного света:

Daylight Senior Bank (5600 K) (длина короба 152 см);

Daylight Junior Bank (длина короба 62 и 116 см).

Приборы третьего типа предназначены для создания теплого портретного света «Quartz Bank». Они снабжены кварцево-галогенной лампой 3200 К (длина короба от 64 до 136 см).

5. Сменой светорассеивающих сеток или диффузных светофильтров можно изменять контраст и протяженность светотени, а также уменьшать резкость границы светотени, что требуется для разных видов «пластичного» освещения.

Цветные светофильтры

1. Цветные светофильтры применяются для приближения спектрального состава освещения к цветовому балансу пленок, а также для создания цветовых эффектов и изменения цветовой тональности снимаемого изображения.

2. Для съемок с дуговым источником света рекомендуются светофильтры (в скобках указана экспозиционная коррекция в делениях диафрагмы):

- при желтопламенных углях — 81D (2/3); 80C ($1^2/_3$);
- при белопламенных углях — 85B + 20G ($1^2/_3$); 20Y + 10C ($^2/_3$).

3. Для съемки со светом бытовых люминисцентных ламп рекомендуются светофильтры, указанные в табл. 4.18, а также комбинации с пурпурными светофильтрами (M10–30), которые позволяют уменьшать в изображении неестественные зеленовато-синие оттенки, свойственные люминисцентному свету. Для пленок ЛН рекомендуются светофильтры: [20R + 10M] ($2^1/_3$) или Tiffen FLB.

Для пленок ДС рекомендуются светофильтры: [30B + 10M] ($^2/_3$) или Tiffen FLD.

4. Металлогалогенные лампы имеют спектральный состав, соответствующий цветовому балансу дневного света (ДС — 5500 К). Поэтому при съемке на пленку типа ЛН применяется типовой светофильтр Kodak Wratten 85 ($^2/_3$).

Таблица 4.18. **Цветные светофильтры для четырех типов освещения**

Тип пленки	Лампы ЛН 3200 К	Дневной свет и лампы HMI, MSR; 5500 К	Дуговой свет		Люминисцентный свет	
			желтый	белый	белый	холодный белый
Негативная типа ДС (D)	80A; 2	0	80C; $1^2/_3$	20Y+10C; 2/3	20M; 1/3	82C; 1/3
Негативная типа ЛН (T)	0	85; 2/3	81D; 2/3	85B+20G; $1^2/_3$	81B; $1^1/_3$	85C; 2/3
Обращаемая типа ДС (D)	80A; 2	0	80A; 2	0	30M; 2/3	20B; 2/3
Обращаемая типа ЛН (T)	0	85B; 2/3	0	85B; 2/3	60R+10Y; 2	20R+20Y; 1

5. Практически все светофильтры, рекомендуемые для бытового люминисцентного света, малопригодны, так как поглощают весьма много света — на $^2/_3$–2 деления диафрагмы. Исключение составляет корректирующий светофильтр (20M, 82C) и светофильтры для люминисцентного света FLB и FLD («Tiffen»).

6. При бытовом верхнем люминисцентном освещении требуется интенсивная подсветка от камеры. Однако при таком смешанном освещении установка съемочных светофильтров не устраняет возникновение сине-зеленых оттенков на втором плане и на фоне.

Киносъемка в помещениях «под натуру»

1. При киносъемке в помещении «под дневную натуру» необходимо обеспечить достаточно высокую общую освещенность, при которой даже затененные участки кажутся прозрачными.

2. Для воспроизведения естественных яркостных и цветовых контрастов рекомендуется поддерживать соотношение яркости в «тенях» на ярко освещенных солнцем участках и на участках, имитирующих небосвод, на уровне значений предварительно измеренных в реальных натурных объектах.

3. Чтобы создать эффект «слепящих бликов» рекомендуется применять диффузоры в комплекте с различающимися по желтому, оттененному «солнечному» фильтрами Sun Set («Tiffen»).

4. Для воспроизведения цветовых сочетаний, свойственных жаркому летнему дню, оттенки в «тенях» должны быть теплыми, они меняются: от оранжево-желтых до оранжево-коричневых. Такие оттенки мы видим на затененных от солнца лицах (вследствие цветных рефлексов почвы и близкорасположенных строений). Кроме того, теплые оттенки на лицах усиливаются вследствие одновременного контраста затененных участков в сравнении с участками, освещенными светом сине-голубого небосвода.

5. Для изменения цветовой тональности изображения, при съемках в помещениях, так же как при съемках на натуре, применяются светофильтры, указанные ниже.

Таблица 4.19. **Компенсационные и цветные эффектные светофильтры**

Компенсационные	Кораллового цвета	
Colors: Blue, Green, Red, Yellow, Magenta, Cyan (Lee) GC5, 10, 20, 30, 40, 50	Coral (Harrison) Light; Regular; Heavy: $^1/_8$, $^1/_4$, $^1/_2$, 1, 2	Coral (Lee) Light: $^1/_8$, $^1/_4$, $^1/_2$, 1, 2 Regular: 3, 4, 5, 6, 7 Heavy: 8, 9, 14, 11, 12
Цветные эффектные светофильтры		
Day for Night Harrison: 1, 2, 3	Sky Blue Lee: 1, 2, 3	Sepia (Tobacco) Tiffen: 1
Sun Set Lee: 1, 2, 3	Pink Lee: 1, 2, 3	Sky 1A Tiffen: 1

Применение структурных светофильтров

1. При съемке крупных и средних планов в художественных фильмах часто требуется «смягчить» изображение: уменьшить резкость контуров и четкость мелких деталей; снизить заметность морщин.

2. Смягчение оптического изображения при киносъемке достигается применением светорассеивающих светофильтров, оптических сеток, диффузоров, которые в совокупности называются структурными светофильтрами (табл. 4.20).

3. Структурные светофильтры рассеивают проходящий свет вследствие микронеровности стеклянной поверхности. Уровень светорассеяния и снижения четкости меняется в зависимости от частоты расположения рельефных линий или от глубины микрорельефа. Номера структурных светофильтров соответствуют эффекту, свойственному данному типу светофильтра.

4. Благодаря изменению структуры микрорельефа изменяется не только уровень, но и характер светорассеивания. В результате из существующего ассортимента можно выбирать светофильтры, которые позволяют сглаживать неровности и шероховатость кожи или снижать контраст более или менее глубоких морщин, или создавать туманную иллюзорность изображения.

5. Структурные светофильтры смягчают изображение в соответствии со зрительным восприятием — без уменьшения глубины резкоизображаемого пространства. Причем уровень смягчения изображения точно дозируется выбором небольшого (по номеру) светофильтра. В этом состоит одно из преимуществ смягчения изображения структурными светофильтрами по сравнению с уменьшением значения диафрагмы.

6. Посредством других светофильтров (с зачерненной структурой — Black Dot и Contrast) меняется контраст всего изображения.

В отличие от светорассеивающих светофильтров и сеток, светофильтры с зачерненной структурой не дают эффекта разбеливания теней или светов.

Таблица 4.20. **Типовые размеры светофильтров**

Квадратные, мм (дюймы)	Круглые, мм	
50x50 (2x2") 76x76 (3x3") 102x102 (4x4") 102x142 (4"x6") 167x167 (6,6x6,6")	№ 5 30 № 6 42 № 7 51 № 8 64 № 8,5 75	№ 9 82 № 10 118 115 138 152

Структурные светофильтры

Структурные светофильтры предназначаются для снижения четкости и контрастности. К ним относятся: светорассеивающие (диффузионные) светофильтры (Soft), оптические сетки (Nets) и мелкоструктурные фильтры (Supa Prost), которые смягчают контуры и снижают четкость мелких деталей. К структурным относятся также светофильтры, уменьшающие контраст всего изображения (Black Dot), а также «звездные» светофильтры, создающие разнообразные ореолы.

Таблица 4.21. **Структурные светофильтры, смягчающие контуры**

Grag Diffusers. Harrison: 1, 2, 3, 4, 5 (по контрасту светорассеяния делятся на 5 уровней)	Диффузионные светофильтры, в том числе с плавным изменением светорассеяния от одной половины фильтра к другой или от центра к его краям
Nets Samcin: 1, 2, 3, 4, 5 Soft Net Black Soft Net Whete Soft Net Red	Оптические сетки. По смягчению изображения подразделяются на пять уровней. Белые сетки создают ореол вокруг ярко освещенных деталей; черные сетки уменьшают размеры ореола. Снижают экспозицию от $^1/_3$ до $^2/_3$ деления диафрагмы
Soft FX. Tiffen: $^1/_2$, 1, 2, 3, 4, 5 Soft Art. Hasselbad: 1, 2, 3 Pro Mist, Black Pro Mist Tiffen: $^1/_8$, $^1/_4$, $^1/_2$, 1, 2)	Мягкорисующие светофильтры. Смягчают контрастность мелких деталей, морщин, сглаживают шероховатости. Светофильтры типа Mist создают светлую или темную иллюзорность изображения
Supa Frost (морозный рисунок) Close Ratio (Wilson) (00; 0; 0+; 1+; 2) De Luxe (Wilson) (00; 00+; 0; 0+; 1; 1+; 2–5)	Мелкоструктурные светофильтры с точно заданной глубиной и шириной линий. Они позволяют с высокой точностью снижать контраст мелких деталей без изменения контраста крупных деталей и без излишнего светорассеяния
Blak Supa Frost (Wilson) (00; 0; 1; 2; 3; 4; 5) Black Close Ratio. (00; 00+; 0; 0+; 1; 1+; 2) Black De Luxe. (00; 00+; 0; 0+; 1; 1+; 2–5)	Мелкоструктурные светофильтры меняют углубление линий. Позволяют одновременно со смягчением изображения регулировать его контрастность (без излишнего разбеливания). Светофильтры De Luxe имеют расширенный интервал оптического действия

Таблица 4.22. **Структурные светофильтры, изменяющие контрастность изображений**

Black Dot. Tiffen: 1, 2, 3, 4, 5 (пять уровней по изменению контраста)	Светофильтры, снижающие контраст, выполнены в виде растровых зачерненных точек. Изменяют контрастность без заметного разбеливания в «светах» и «тенях». Разглаживают морщины. Снижают экспозицию на одно деление диафрагмы
Contrast. (Tiffen) Low Contrast (1-5), Soft Contrast (1-5) Ultra Contrast (1-5)	Светофильтры трех типов, отличающиеся характером снижения контраста деталей. По пять уровней снижения контрастности в каждом типе светофильтра
Neutral Grad Density (Harrison, Tiffen), Hard Edge ND3, ND6, ND9 Soft Edge ND3, ND6, ND9	Нейтрально-серые светофильтры, оттененные наполовину кадра, с «жесткой» или «мягкой» границей. Плотность зачерненной части: 0,3; 0,6; 0,9 Б
Star Effekt Filter Vector Star, Hyper Star, North Star, Hollywood Star	Светофильтры, создающие «звездный эффект». Благодаря высокой частоте линий создают «звездные ореолы». Светофильтры различаются по количеству лучей (от 4 до 12), их ассиметричности

Изобразительные возможности негативно-позитивного процесса

1. Важнейшей особенностью негативно-позитивного процесса является то, что характеристические кривые пленок имеют криволинейные участки «недодержек». Поэтому регулированием экспозиции можно в большей или меньшей степени сжать интервалы яркости объекта в «тенях» (уменьшение экспозиции в негативе) или в «светах» (уменьшение экспозиции в позитиве).

В результате удается в ограниченном интервале плотностей (до 1,8 Б над плотностью белого) изображать градацию тонов в разноконтрастных сюжетах.

2. Даже в том случае, если негатив экспонирован нормально, остается возможность заметно изменить световую и цветовую тональность за счет использования криволинейных участков позитивной кинопленки.

3. Изобразительные возможности негативно-позитивного процесса использовались в черно-белой фотографии: к каждому негативу можно подобрать соответствующую по контрасту фотобумагу. При переходе на автоматическую цветную печать фотоснимков пришлось использовать универсальную фотобумагу с уменьшенной крутизной нижнего криволинейного участка.

4. В цветной кинематографии только в исключительных случаях (режимных съемок) принято менять режим проявления негатива на форсированный. Для изменения контраста негатива чаще применяются структурные фильтры Black Dot или Contrast.

В исключительных случаях применяется дополнительная засветка негативной кинопленки, в том числе и разноцветным светом. Это позволяет в некоторой мере изменять цветовую тональность окончательного изображения.

5. Главное преимущество негативно-позитивного процесса заключается в том, что негативная пленка может быть сделана малоконтрастной для возможности съемки высококонтрастных объектов, даже со значительными экспозиционными ошибками.

Позитивная пленка, напротив, делается высококонтрастной для получения изображения с большим интервалом плотностей. В обоих случаях криволинейные участки «недодержек» используются для регистрации различия тонов в «глубоких тенях» и в «высоких светах» (что не достижимо в видеосъемках).

6. Все трудности изобразительно необходимой цветовой коррекции переносятся со съемочного процесса на копировальный (что тоже недостижимо в видеокопировании).

7. При съемке на обращаемую пленку, так же как при видеосъемке (когда отсутствует резервная полезная фотографическая широта), необходим точный цветовой баланс освещения и сенситометрически точное экспонирование по светам объекта.

Сенситометрические характеристики кинопленок

1. К сенситометрическим характеристикам светочувствительных слоев негативных кинопленок относятся следующие «послойные» показатели:
   - цветоделенные коэффициенты контрастности (γ_C, $\gamma_З$, $\gamma_К$) («гаммы» проявления цветных негативных кинопленок: $\gamma = 0{,}5–0{,}6$);
   - цветоделенные значения светочувствительности (S_C, $S_З$, $S_К$) (индексация светочувствительности пленки осуществляется по зеленочувствительному слою);
   - цветоделенные значения фотографической широты (L_C, $L_З$, $L_К$). (В негативных пленках фотографическая широта весьма велика, более 5 делений диафрагмы, поэтому обычно не указывается);
   - минимальные цветоделенные плотности (определяются максимальной плотностью масок и вуали 0,9; 0,6; 0,3).

2. Значение фотографической светочувствительности ($S_ф = 1/H_S$) определяется обратным значением количества освещения H_S, которое необходимо для получения критериальной плотности $D_S = 0{,}20$ Б (над минимальной плотностью). Количество освещения (экспозиция) H_S прямо пропорционально освещенности и выдержке ($H_S = E_S{\cdot}t$ лк/с).

3. Индексация цветной негативной кинопленки осуществляется увеличением значения фотографической светочувствительности зеленочувствительного слоя в 10 тысяч раз ($S = 10\,000S_ф$). Например, пленка, обладающая фотографической чувствительностью $S = 1/(100$ лк/с), имеет индекс светочувствительности EI100. Экспонирование считается нормальным, когда наиболее темные детали в изображении имеют оптимальную плотность, равную критериальной плотности ($D_S = 0{,}2$ Б).

4. Рабочий участок характеристической кривой, характеризуемый полезной фотографической широтой негативных пленок L, начинается с критериальной плотности D_S, по которой определяется светочувствительность и осуществляется «нормальное» экспонирование. Ограничивается фотографическая широта плотностью, в которой наклон характеристической кривой такой же, как на критериальной плотности ($\gamma_S = \gamma/2$).

5. Цветные негативные кинопленки имеют полезную фотографическую широту, намного большую чем 1,35 Б. В изобразительных целях используется и нижний криволинейный участок характеристической кривой. Для съемки в темной тональности нижний криволинейный участок используется в большей мере, для съемки в светлой тональности оптические плотности делаются больше чем $D_S = 0{,}2$ Б. В случае необходимости применяется дополнительная засветка.

6. В технических приложениях для количественного выражения характеристической кривой с нижним криволинейным участком применяется логарифмированное уравнение:

$$D_н = \gamma{\cdot}\lg(1 + B + S{\cdot}H{\cdot}R_o),$$

где B — дополнительная засветка, R_o — коэффициент отражения изображаемой детали, H — количество освещения на белом поле.

Оптические цветоделенные плотности

1. Цветоделенные плотности на негативных и дубль-негативных кинопленках измеряются за светофильтрами «статус М», спектральное пропускание которых соответствует спектральной чувствительности слоев позитивных и дубль-негативных кинопленок.

2. Цветоделенные плотности позитивных изображений измеряются за светофильтрами «статус А», спектральное пропускание которых близко к спектральной чувствительности зрительных рецепторов.

3. Оптическая плотность D определяется десятичным логарифмом обратного значения коэффициента пропускания (отражения) света R:

$$D = \lg(1/R) = -\lg R.$$

Изменение коэффициента пропускания в два раза соответствует изменению оптической плотности на — 0,30 Б:

D	0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8;
R	1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64.

4. Единица измерения оптической плотности называется Беллом и обозначается буквой Б.

5. Увеличение оптической плотности на 0,30 Б соответствует двукратному уменьшению светового потока и увеличению на одно деление значения диафрагмы. Повышение оптической плотности на 0,15 Б соответствует уменьшению экспозиции в 1,41 раза. Повышение оптической плотности на 0,10 Б соответствует уменьшению экспозиции на 20% (до 80%) или увеличению значения диафрагмы на 1/3 деления.

6. В сенситометрах для дозирования уменьшения освещенности применяются серые шкалы, в которых оптические плотности от поля к полю изменяются на 0,15. Ряд таких полей образует равноконтрастную шкалу с изменением коэффициента пропускания в 1,41 раза ($\sqrt{2}$). Такая же равноконтрастная шкала принята в сенситометрическом бланке для обозначения логарифма количества освещения — экспозиции: $\lg H = \lg(E{\cdot}t)$. Сдвиг характеристической кривой на одно поле сенситограммы соответствует изменению экспозиции на 1/2 деления диафрагмы.

7. По обеим осям сенситометрического бланка значения lgH и D откладываются в одинаковом масштабе. Благодаря этому значение коэффициента контрастности (гаммы) определяется тангенсом угла наклона прямолинейного участка характеристической кривой.

8. Для удобства сопоставления логарифма экспозиции lgH со светочувствительностью кинопленки фирма «Kodak» ввела единицу для измерения экспозиции и светочувствительности ER, соответствующую сотым долям единицы оптической плотности:

10 ER ⇔ 0,10 Б; 15ER ⇔ 0,15 Б; 30 ER ⇔ 0,30 Б (одно деление диафрагмы).

Таблица 4.23. **Перевод значений оптической плотности D в значения коэффициента отражения (пропускания) R**

D	R	D	R	D	R	D	R	D	R	D	R
0,01	0,977	0,36	0,437	0,71	0,195	1,06	0,087	1,41	0,039	1,76	0,017
0,02	0,955	0,37	0,427	0,72	0,191	1,07	0,085	1,42	0,038	1,77	0,017
0,03	0,933	0,38	0,417	0,73	0,186	1,08	0,083	1,43	0,037	1,78	0,017
0,04	0,912	0,39	0,407	0,74	0,182	1,09	0,081	1,44	0,036	1,79	0,016
0,05	0,891	0,40	0,398	0,75	0,178	1,10	0,079	1,45	0,036	1,80	0,016
0,06	0,871	0,41	0,389	0,76	0,174	1,11	0,078	1,46	0,035	1,81	0,016
0,07	0,851	0,42	0,380	0,77	0,170	1,12	0,076	1,47	0,034	1,82	0,015
0,08	0,832	0,43	0,372	0,78	0,166	1,13	0,074	1,48	0,033	1,83	0,015
0,09	0,813	0,44	0,363	0,79	0,162	1,14	0,072	1,49	0,032	1,84	0,015
0,10	0,794	0,45	0,355	0,80	0,159	1,15	0,071	1,50	0,032	1,85	0,014
0,11	0,776	0,46	0,347	0,81	0,155	1,16	0,069	1,51	0,031	1,86	0,014
0,12	0,759	0,47	0,339	0,82	0,151	1,17	0,068	1,52	0,030	1,87	0,014
0,13	0,741	0,48	0,331	0,83	0,148	1,18	0,066	1,53	0,030	1,88	0,013
0,14	0,724	0,49	0,324	0,84	0,145	1,19	0,065	1,54	0,029	1,89	0,013
0,15	0,708	0,50	0,316	0,85	0,141	1,20	0,063	1,55	0,028	1,90	0,013
0,16	0,592	0,51	0,309	0,86	0,138	1,21	0,062	1,56	0,028	1,91	0,012
0,17	0,676	0,52	0,302	0,87	0,135	1,22	0,060	1,57	0,027	1,92	0,012
0,18	0,661	0,53	0,295	0,88	0,132	1,23	0,059	1,58	0,026	1,93	0,012
0,19	0,646	0,54	0,288	0,89	0,129	1,24	0,058	1,59	0,026	1,94	0,012
0,20	0,631	0,55	0,282	0,90	0,126	1,25	0,056	1,60	0,025	1,95	0,011
0,21	0,617	0,56	0,275	0,91	0,123	1,26	0,055	1,61	0,025	1,96	0,011
0,22	0,603	0,57	0,269	0,92	0,120	1,27	0,054	1,62	0,024	1,97	0,011
0,23	0,589	0,58	0,263	0,93	0,118	1,28	0,053	1,63	0,023	1,98	0,011
0,24	0,575	0,59	0,257	0,94	0,115	1,29	0,051	1,64	0,023	1,99	0,010
0,25	0,562	0,60	0,251	0,95	0,112	1,30	0,050	1,65	0,022	2,00	0,010
0,26	0,550	0,61	0,246	0,96	0,110	1,31	0,049	1,66	0,022	2,01	0,010
0,27	0,537	0,62	0,240	0,97	0,107	1,32	0,048	1,67	0,021	2,02	0,010
0,28	0,525	0,63	0,234	0,98	0,105	1,33	0,047	1,68	0,021	2,03	0,009
0,29	0,513	0,64	0,229	0,99	0,102	1,34	0,046	1,69	0,020	2,04	0,009
0,30	0,501	0,65	0,224	1,00	0,100	1,35	0,045	1,70	0,020	2,05	0,009
0,31	0,490	0,66	0,219	1,01	0,098	1,36	0,044	1,71	0,020	2,06	0,009
0,32	0,479	0,67	0,214	1,02	0,096	1,37	0,043	1,72	0,019	2,07	0,009
0,33	0,468	0,68	0,209	1,03	0,093	1,38	0,042	1,73	0,019	2,08	0,008
0,34	0,457	0,69	0,204	1,04	0,091	1,39	0,041	1,74	0,018	2,09	0,008
0,35	0,447	0,70	0,200	1,05	0,089	1,40	0,040	1,75	0,018	2,10	0,008

Зрительное ощущение градации тонов

1. Зрительное ощущение градации тонов прямо пропорционально изменению оптической плотности. Это обусловлено психофизиологическими и фотографическими закономерностями.

Оптическая плотность D возрастает прямо пропорционально увеличению концентрации красителя и толщины красочного слоя. Поэтому оптическая плотность может служить мерой количества красителя (закон Бугера-Ламберта-Бера): $D_j = K_j \cdot C_j$.

Фотографический эффект, выраженный оптической плотностью, прямо пропорционален (в рабочем интервале характеристической кривой) логарифму количества освещения и оптической плотности оригинала D_o.

Шкала с равномерным приращением оптической плотности зрительно равноконтрастна ощущению светлоты V:

$$V/5 = 2 + \lg R = 2 - D \text{ (закон Вебера-Фехнера).}$$

2. Согласно психофизиологическому закону Вебера-Фехнера, приращение зрительного ощущения светлоты dV прямо пропорционально относительному приращению яркости светового стимула dB/B: $dV = K \cdot (dB/B)$. Интегрированием получается указанная выше логарифмическая формула светлоты.

3. Более точно ощущение светлоты выражается нелинейным логарифмическим уравнением с 2,5%-м светорассеянием:

$$V = 10 - 1{,}62\lg(R + 0{,}025) \text{ (по стандарту ДИН).}$$

4. Тонами называются едва заметные приращения оптической плотности. Одному яркостному тону в «светах» объекта соответствует приращение плотности: 0,05 в «светах», 0,08 в «средних тонах», 0,15 в «тенях». При ярком освещении мы различаем до 40 тонов.

5. Согласно правилу тоновоспроизведения (Гольдберга) произведение коэффициентов контрастности негативной и позитивной пленок должно равняться единице. Фактически это произведение для повышения четкости и контрастности увеличивается в 1,5 раза.

6. Зрительное ощущение цветовых тонов прямо пропорционально разностям цветоделенных плотностей: $D_к - D_з$ и $D_с - D_з$.

7. Ниже в квадратной таблице по столбцам указаны приращения цветоделенных плотностей ($Ж_o$, $П_o$, $Г_o$), которые характеризуют допустимые цветные оттенки на каждом из трех красителей:

	Ж	П	Г	
$Ж_o$	—	0,15	0,10	— желтые оттенки на П и Г тонах;
$П_o$	0,07	—	0,10	— пурпурные оттенки Ж и Г тонах;
$Г_o$	0,03	0,05	—	— голубые оттенки Ж и П тонах.

8. Фактические искажения в 2–3 раза больше указанных. Наибольшие из них устраняются цветоделенным маскированием, а именно: первичной желтой и розовой окраской краскообразующих.

Таблица 4.24. **Относительные значения светочувствительности**

General Electric	Weston	° DIN	Индекс светочувствительности	
			ASA	BNS
–	0,6	1	1,0	10
1	0,7	2	1,2	11
1,5	1	3	1,6	12
2	1,2	4	2,0	13
–	1,5	5	2,5	14
3	2,0	6	3,2	15
–	2,5	7	4,0	16
–	3	8	5	17
6	4	9	6	18
8	5	10	8	19
10	6	11	10	20
12	8	12	12	21
16	10	13	16	22
20	12	14	20	23
24	16	15	25	24
32	18	16	32	25
40	24	17	40	26
48	32	18	50	27
64	40	19	64	28
80	50	20	80	29
100	64	21	100	30
125	80	22	125	31
150	100	23	160	32
200	125	24	200	33
250	160	25	250	34
300	200	26	320	35
400	250	27	400	36
500	320	28	500	37
600	400	29	650	38
800	500	30	850	39

FUJIFILM

ФИЛЬМ-СЕРВИС

ФИЛЬМ-СЕРВИС

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТЕР ФИРМЫ «FUJI» В СНГ
ФИРМА «ФИЛЬМ-СЕРВИС»

РАЗЛИЧНЫЕ ТИПЫ ЦВЕТНЫХ И ЧЕРНО-БЕЛЫХ
КИНОПЛЕНОК FUJI (16 ММ, 35 ММ)
СО СКЛАДА В МОСКВЕ И НА ЗАКАЗ

Российская Федерация, 109028, Москва
ул. Солянка, д. 9, стр.1
Тел./факс: (095) 924-01-32
Тел.: (095) 924-21-76

5

Цветное экспонирование в натурных съемках

Цветное экспонирование ---------- 5.2
Цветовая характеристика освещения ---------- 5.5
Применение цветных съемочных светофильтров ---------- 5.7
Эффектные светофильтры для натурных съемок ---------- 5.9
Режимные характеристики натурных съемок ---------- 5.11
Экспозиционные параметры натурных съемок ---------- 5.15
Экспонирование по ключевым тонам ---------- 5.17
Экспозиционные поправки на светлоту объекта ---------- 5.17
Светотеневое освещение ---------- 5.20
Светотеневой контраст в натурных съемках ---------- 5.23
Небосвод и солнце — единый источник света ---------- 5.24
Цветовые оттенки небосвода ---------- 5.25
Коррекция яркости и цветового тона небосвода ---------- 5.26
Цветные киносъемки в горах ---------- 5.26
Киносъемка ночных кадров при дневном свете ---------- 5.27
Психологически обусловленная коррекция ---------- 5.28
Эффекты зрительного восприятия расстояния ---------- 5.28
Эффект преувеличения высоты и размера солнца ---------- 5.29
Цветные кинопленки в натурных съемках ---------- 5.30
Цветовая концепция киносъемок ---------- 5.31
Достоверность натурного изображения ---------- 5.32
Принцип ограничения ---------- 5.33
Композиция живописная и кинематографическая ---------- 5.34
Цветовые изобразительные характеристики ---------- 5.35
Естественный и изобразительный колорит ---------- 5.36
Свето-контрастное регулирование ---------- 5.37
Цветовое ощущение и цветовой стимул ---------- 5.38
Физиологические основы цветного зрения ---------- 5.39
Цветные эффекты ---------- 5.40
Субтрактивный синтез цветных изображений ---------- 5.41
Аддитивный синтез цвета ---------- 5.42
Количественное представление цветов ---------- 5.43
Классификация цвета окрасок ---------- 5.44
Разрешающая способность зрения ---------- 5.45
Изобразительные значения четкости ---------- 5.46

Цветное экспонирование

1. Цветное экспонирование — это совокупность творческих, организационных и технологических операций при съемке ряда монтажных кадров в единой цветовой тональности, в едином колорите.

2. Планирование цветных съемок на натуре в профессиональном кинопроизводстве предусматривает выбор места, времени года, подходящих атмосферных условий, направлений съемки по отношению к солнечному свету и т. д. В табл. 5.10–5.13 представлены ориентировочные данные для такого планирования. В последующем тексте представлены данные для более детальной подготовки к натурным съемкам.

3. Из данных, приведенных в табл. 5.1 и 5.2 следует, что в течение съемочного дня (с 9 до 15–17 ч) цветность общего освещения изменяется незначительно. Поэтому в это время не требуется особой тщательности в выборе балансных и конверсионных светофильтров при съемке на негативные кинопленки.

4. В табл. 5.7 и 5.8 указаны светофильтры, которые иногда рекомендуется использовать для уточненного приближения цветного естественного натурного освещения к среднему дневному свету.

Данные таблиц могут потребоваться для имитации натурного освещения при павильонных съемках, а также для уточненния цветового баланса освещения при съемках на обращаемую пленку.

5. Для изобразительно согласованной регистрации цветовых контрастов в «тенях» натурных объектов при съемке на пленку типа ЛН необходимо применять светофильтры Kodak Wratten 85 и таким образом, чтобы цветовой баланс пленки ЛН соответствовал цветовому балансу пленки ДС.

6. В большинстве случаев применяются оттененные и эффектные цветные светофильтры, позволяющие целенаправленно изменять цветовой баланс для создания преобладающего цветового тона: например, «под старину» (тон сепия) или солнечной тональности.

7. Экспозицию при натурных съемках определяют так же, как при съемках в павильоне, т. е. по световым измерениям в зелено-желтой зоне спектра, соответствующей максимальной светочувствительности глаза. Благодаря этому при номинальной экспозиции удается зарегистрировать цветовые контрасты в соответствии с их зрительным восприятием.

В табл. 5.15–5.17 даны рекомендации по коррекции экспозиции, определяемой по измерениям интегральной яркости и по яркости ключевых тонов натурных объектов.

8. Окончательная цветовая коррекция осуществляется (в негативно-позитивном процессе) при изготовлении эталонного позитива. Цветовой паспорт на копирование эталонной копии составляется с участием творческой группы. Он корректируется по результатам визуального контроля в условиях типовой кинопроекции. Поэтому копировальный паспорт является неотъемлемой частью комплекта фильмовых материалов.

Таблица 5.1. **Изменение цветовой температуры Т (К) в течение дня и по временам года**

Условия освещения	Весна	Лето	Осень	Зима
Прямой солнечный свет:				
с 9 до 15 ч	5 800	5 800	5 450	5 500
до 9 и после 15 ч	5 400	5 600	4 900	5 000
Смешанный свет солнца и чистого небосвода:				
с 9 до 15 ч	6 500	6 500	6 100	6 200
до 9 и после 15 ч	6 100	6 200	5 900	5 700
Смешанный свет солнца и облачного небосвода:				
слабая облачность	5 900	5 800	5 900	5 700
25–75% облачность	6 500	6 700	6 700	6 700
100% облачность	6 700	6 950	6 750	6 700
Свет небосвода:				
при наличии дымки	7 500	8 100	8 400	7 700
без дымки	26 000	14 000	12 000	12 000

Таблица 5.2. **Изменение баланса логарифмов экспозиции и баланса плотностей негатива при изменении цветовой температуры от 4500 до 6500 К**

Падающий свет	Цветовая температура Т, К	Цветоделенные потоки			Разбалансировка логарифмов экспозиции		Разбалансировка плотностей в негативе	
		R	G	B	lg(G/R)	lg(G/B)	$D_з - D_к$	$D_з - D_с$
Солнечный свет на восходе и на закате солнца	4500	0,8	1,0	1,05	–0,10	+0,02	+0,05	–0,01
Солнечный свет	5000	0,9	1,0	0,95	–0,05	–0,02	0,03	+0,01
Стандарт дневного света	5500	1,0	1,0	0,90	0	–0,05	0	+0,03
Смешанный свет	6500	1,1	1,0	0,80	+0,05	–0,10	–0,03	+0,05

Отклонения от баланса плотностей в цветных негативах в течение съемочного дня следует считать допустимыми, не требующими цветовой коррекции с помощью светофильтров, поскольку отличия от нормативного цветового баланса (5500 К) не превышают 0,05 Б плотности негатива и двух светов копировального паспорта.

Таблица 5.3. **Цветовая характеристика источников света**

Источник света	Цветовая температура Т		Цветоделенные потоки			Разбалансировка плотностей в негативе	
	К	Майреды	B	G	R	R/B	R/G
500 Вт, 120 В	2960	340	0,41	1,0	1,63	4,00	1,63
Галогенная лампа	3200	313	0,50	1,0	1,56	3,12	1,56
Кинопроекционная лампа	3300	303	0,51	1,0	1,46	2,80	1,48
Угольные дуги	–	–	1,60	1,0	0,78	0,49	0,78
Белопламенные угли	–	–	1,27	1,0	0,89	0,70	0,89
Желтопламенные угли	–	–	0,83	1,0	0,99	1,20	0,99
Дневной свет	5500	182	0,95	1,0	0,90	0,95	0,90
Ксеноновая лампа	6000	167	1,05	1,0	0,85	0,85	0,85
Небосвод в облаках	6500	154	1,11	1,0	0,80	0,72	0,80

Таблица 5.4. **Перевод значений цветовой температуры из градусов Кельвина (К) в Майреды (М)**

T, K	M	T, K	M	T, K	M	T, K	M
2 000	500	3 500	286	5 000	200	6 600	152
100	476	600	278	100	196	700	149
200	455	700	270	200	192	(C) 6 740	149
300	435	800	263	300	189	800	147
400	417	900	256	400	185	900	145
2 500	400	4 000	250	(D) 5 500	182	7 000	143
600	385	100	244	600	179	500	133
700	370	200	238	700	176	8 000	125
800	357	300	233	800	172	500	188
(A) 2 854	350	400	227	900	170	9 000	111
900	345	4 500	222	6 000	167	300	108
3 000	333	600	217	100	164	500	105
100	323	700	213	200	161	10 000	100
(T) 3 200	313	800	208	300	159		
300	303	(B) 4 870	205	400	156		
400	294	900	204	6 500	154		

T, D – стандартизованные значения цветовой температуры для кинопленок.
A, B, C – стандартизованные колориметрические источники света.

Цветовая характеристика освещения

1. Цветовая характеристика источников света осуществляется значениями цветовой температуры, выраженными в градусах Кельвина (К) или в «микрообратных градусах» — Майредах (М).

2. Цветовая температура источников света определяется температурой абсолютно черного тела, необходимой для получения цветности характеризуемого света. Значения цветовой температуры в измерительных приборах определяются по сине-красному отношению цветоделенных потоков (B/R).

3. Из табл. 5.1 видно, что изменение цветовой температуры при солнечном и смешанном натурном освещении в течение съемочного дня (с 9 до 15 ч), а также до 9 и после 15 ч не выходит за пределы 5000–7000 К. Разбалансировка цветного негатива при таких колебаниях цветовой температуры незначительна (0,05 Б), она не превышает двух светов копировального паспорта, что хорошо видно из табл. 5.2.

4. Цветовая температура солнечного и смешанного освещения на восходе и на закате солнца уменьшается до цветовой температуры ламп накаливания Т = 3500–2500 К (286–400 М). Мы это замечаем по преобладающему цветовому контрасту красных и оранжевых тонов на горизонтально ориентированных поверхностях объектов.

5. Цветовая температура прямого солнечного света принята равной 5000 К. Стандартизованная цветовая температура электрического освещения (Т) — 3200 К (313 М). Стандартизованная цветовая температура среднего дневного света (D) — 5500 К (182 М).

6. Для согласования цветности освещения с цветом светофильтров применяются величины, называемые Майредами (Micro reciprocal degree). Значения Майредов обратно пропорциональны значениям цветовой температуры, выраженной в градусах Кельвина:

$$M = 1\,000\,000/K$$ (см. табл. 5.4).

7. Желтые фильтры, снижающие цветовую температуру, обозначаются в Майредах со знаком плюс. Сине-голубые фильтры, повышающие цветовую температуру,— со знаком минус.

8. Для характеристики преобразованного светофильтром освещения достаточно суммировать значения Майредов этого освещения и светофильтра. В простоте этой операции состоит преимущество выражения цветовой температуры в Майредах вместо градусов Кельвина.

9. Свет люминесцентных ламп, дуговых ламп и других источников света, не обладающих непрерывным спектром, весьма приблизительно характеризуется цветовой температурой. Более точно характеристика цвета осуществляется измерением цветоделенных потоков: (R, G, B), их отношений R/G, B/G (табл. 5.3).

Таблица 5.5. **Конверсионные и балансные светофильтры**

Kodak Wratten	Agfa Gevaert	Harrison LB	Цветовая коррекция[1]	
			dM	–dF
85B	CTO 12B	C4	+130	2/3
85	–	C3	+110	2/3
85A	CTO 8B	C2	+90	1/3
85C	CTO 6B	C1	+70	1/3
81EF	CTO 4B	C1/2	+50	1/3
81D	–	–	+42	1/3
81B	–	C1/4	+30	1/3
81C	CTO 2B	–	+24	1/3
81A	–	C1/8	+18	1/3
81	CTO 1B	–	+10	1/3
82	CTB 1	B1/8	–10	1/3
82A	–	–	–20	1/3
82B	CTB 2	B1/4	–30	2/3
82C	CTB 4	B1/2	–50	2/3
80D	–	B1	–80	1
80C	CTB 8	B2	–90	1
80B	–	B3	–110	2
80A	CTB 12	B4	–130	2

[1] dM – коррекция в Майредах; dF – коррекция в делениях диафрагмы.

Таблица 5.6. **Светофильтры системы LB-index («Fuji»), автоматически указываемые яркомерами Минольта, и соответствующие им светофильтры Kodak Wratten**

Цветовая температура T		Для пленок ДС, 5500 K			Для пленок ЛН, 3200 K		
K	M	M[1]	LBB/A	Retten	M[1]	LBA	Kodak Wetten
4500	222	–40	LBB4	82C	+91	LBA8	85C
5000	200	–18	LBB2	82A	+113	LBA12	85B
5500	182	0	–	–	+131	LBA12	85
6000	170	+12	–	81A	+141	LBA12	85
6500	154	+28	LBA2	81C	+159	LBA16	85
7000	140	+42	LBA4	81D	+172	LBA16	85
8000	125	+57	LBA6	81FF	+187	LBA20	85

[1] Значение M указывает точную коррекцию, выраженную в Майредах.

Применение цветных съемочных светофильтров

1. Когда негативные цветные пленки имели сравнительно небольшую фотографическую широту и повышенные значения коэффициента контрастности, невозможно было использовать целенаправленное разбалансирование для изобразительных эффектов и считалось, что необходимо приведение различных видов натурного освещения к определенному стандарту (D или T).

2. К настоящему времени негативные пленки стали менее контрастными, а фотографическая широта стала такой, что даже двукратное колебание экспозиции между разномасштабными планами вполне компенсируется при печати позитива. Цветовая коррекция при печати позитива стала решающей.

3. Кроме того, изменение цветности освещения в течение съемочного дня весьма незначительно. Отклонение красных и синих цветоделенных плотностей от зеленой фильтровой плотности не превышает 0,05 Б. (Это различие соответствует лишь двум светам копировального паспорта.)

Самое главное — не имеет смысла устранять характерные для различных видов натурного освещения цветовые различия. В изобразительном плане важнее уже в негативе зарегистрировать цветотеневые особенности каждого вида освещения в соответствии со зрительным восприятием при большей или меньшей недодержке одного или двух слоев.

Поэтому балансные и конверсионные (преобразующие) светофильтры применяются в основном при съемке на обращаемую пленку, имеющую весьма ограниченную фотографическую широту.

4. При съемке на негативную пленку балансные и конверсионные светофильтры могут потребоваться в случае многодневных съемок для сохранения постоянства цветового баланса во всех монтажных кадрах единого эпизода.

5. Для точного регулирования цветового баланса требуется провести соответствующие цветовые измерения. Наиболее пригодными для этого являются цветояркомеры Минольта. Они сразу же указывают на светофильтры в системе LB-index («Fuji»), с большой точностью корректирующие цветовой баланс.

В табл. 5.5 представлены эквивалентные значения светофильтров системы LB-index и светофильтров по номенклатуре Kodak Wratten серии 85, 82, 81.

Таблица 5.7. **Применение балансных фильтров при съемке на пленку ДС** (5500 К = 182 М)

Вид освещения	Цветовая температура Т		Светофильтры и измененное освещение			
	К	М	с/ф	–dF	dM	М
Синий свет чистого небосвода	10000	100	81EF	2/3	+52	152
Синий свет небосвода с дымкой	8000	125	81EF	2/3	+52	177
	7000	140	81D	2/3	+42	182
Свет небосвода с солнечным светом	6500	154	81C	1/3	+35	189
	5800	170	81A	1/3	+18	188
«Фотографический» дневной свет	5500	182	–	0	0	182
Свет лампы накаливания с синим осветительным фильтром	5500	182	–	0	0	182
Дуговой прожектор белого пламени с синим осветительным фильтром	5500	182	–	0	0	182
Прямой солнечный свет	5000	200	82	1/3	–10	190
Солнечный свет рано утром и на закате	4500	222	82A	1/3	–21	201
Солнечный свет через час после восхода солнца	3500	286	82B	2/3	–32	254
Солнечный свет через 30 мин после восхода солнца	2500	400	82C	2/3	–45	355

Таблица 5.8. **Применение конверсионных фильтров при натурной съемке на пленку ЛН** (3200 К = 313 М)

Вид освещения	Цветовая температура Т		Светофильтры и измененное освещение			
	К	М	с/ф	–dF	dM	М
Синий свет чистого небосвода	10000	100	85B, 85	2/3	+131, +112	231, 212
Синий свет небосвода с дымкой	8000	125	–"–	–"–	–"–	237, 256
	7000	140	–"–	–"–	–"–	271, 252
Свет небосвода с солнечным светом	6500	154	–"–	–"–	–"–	285, 266
	5800	170	–"–	–"–	–"–	301, 282
«Фотографический» дневной свет	5500	182	85	2/3	112	294
Свет лампы накаливания с синим осветительным фильтром	5500	182	–"–	–"–	–"–	294
Дуговой прожектор белого пламени с синим осветительным фильтром	5500	182	–"–	–"–	–"–	294
Прямой солнечный свет	5000	200	–"–	–"–	–"–	312
Солнечный свет рано утром и на закате	4500	222	85C, 85	2/3	+79, +112	303, 334
Солнечный свет через час после восхода солнца	3500	286	–"–	–"–	–"–	367, 398
Солнечный свет через 30 мин после восхода солнца	2500	400	–"–	–"–	–"–	481, 512

Эффектные светофильтры для натурных съемок

1. Для имитации в киноизображении естественных оптических эффектов (тумана и т. д.), а также для смягчения резкости и изменения контрастности изображения применяются структурные светофильтры (подробнее об этом см. в гл. 4, табл. 4.20, 4.21).

2. Регулирование цветового контраста изображения осуществляется с помощью структурных контрастных светофильтров, которые различаются пространственной частотой зачерненных точек.

Tiffen: Low Contrast 1, 2, 3, 4, 5; Soft Contrast N 1, 2, 3, 4, 5; Ultra Contrast 1/8, 1/4, 1, 2, 3, 4, 5;

Harrison: Black Dot 1, 2, 3, 4, 5.

Эффект снижения контрастности деталей усиливается с увеличением количества зачерненных линий, штрихов или точек. Поэтому контрастные светофильтры снижают экспозицию от 1/3 до целого деления диафрагмы.

3. Имитация тумана осуществляется диффузными светофильтрами, градуированными по мере светорассеяния на 3–5 уровней.

Harrison: Light Fog 1/8, 1/4, 1/2; Regular Fog 1,2,3,4,5.

Диффузные светофильтры экспозицию практически не меняют.

4. Комбинированные структурные светофильтры (Double Fog 1, 2, 3, 4, 5) состоят из комбинации туманных и низкоконтрастных фильтров. Одновременно с увеличением светорассеяния, характерного для туманной погоды, они позволяют снижать контрастность изображения в соответствии с увеличением плотности тумана.

5. Помимо диффузоров с равномерным по кадру светорассеянием широко применяются оттененные диффузоры, а также диффузоры с прозрачным центром (Spot Diffusors) в центе кадра.

6. Светофильтры «динамического эффекта» имеют нерегулярную структуру. Фильтр с одинаковыми по направлению черточками создает эффект съемки быстродвижущихся объектов, имитируя смаз изображения по линии движения. Эффект вихря достигается с помощью фильтров, имеющих на поверхности стекла штрихи, расходящиеся по касательной к окружности.

7. Оттененный красно-коричневый фильтр, соединенный со структурным низкоконтрастным фильтром, используется для усиления эффекта восходящего солнца. Оттененные сине-голубые светофильтры в комплекте с низкоконтрастными фильтрами применяются для изменения голубого цвета небосвода (Sky-1A; Sky-Blue; Sky-Tropik) (табл. 4.19).

8. Поляризационные светофильтры применяются для устранения отблесков от источников света, а также для затемнения синего небосвода (если он не затянут воздушной дымкой).

Комбинированные поляризационные фильтры Vari-Color («Tiffen»), состоящие из поляризатора и цветного фильтра, позволяют изменять цветовые соотношения наземных деталей по сравнению с цветом небосвода.

Режимные характеристики натурных съемок

1. К натурным относятся съемки, проводимые в естественных ландшафтах, а также на открытых съемочных площадках. При съемке на подготовленных площадках имеется возможность целенаправленно изменять светотеневой характер изображения путем использования электрического освещения и разнотипных отражателей.

При съемке на открытых площадках имеется возможность регулирования распределения освещенности и экспозиции через частичную «недодержку» или частичную «передержку», тем самым создается требуемая цветовая тональность изображения.

2. При съемке в естественных ландшафтах для получения в ряду монтажных кинокадров устойчивых изобразительных результатов требуется детальная организация съемочного процесса с учетом погодных условий и реального естественного освещения. Особые требования предъявляются к организации съемок массовых сцен. Для этого на карте местности определяются пути перемещения снимаемых персонажей, намечаются точки съемки и маршруты операторского транспорта.

3. При съемке с естественным освещением выбор точек и направлений съемки осуществляется в соответствии с изобразительными задачами исходя из возможного положения солнца относительно совокупности снимаемых объектов. Таким образом, планирование съемок приходится осуществлять, ориентируясь на возможные положения солнца над горизонтом и горизонтальные отклонения от восточного и западного направлений в разное время года.

4. В табл. 5.10 и 5.11 представлены данные о высоте солнца над горизонтом в разное время года и на разной географической широте, а также сведения об угловом отклонении солнца на горизонте при восходе и при закате в юго-восточном и юго-западном направлениях.

Эти данные дают представление об угловых размерах сектора, освещенного солнцем, силуэте этого сектора небосвода, а также секторов с боковым освещением.

5. В табл. 5.13 и 5.14 представлены ориентировочные значения освещенности и соответствующие значения диафрагмы, необходимые для дневных F и вечерних *F съемок. В табл. 5.15–5.17 указаны экспозиционные поправки к применяемым методам экспонометрии, в том числе при дистанционном измерении ключевых тонов натурных объектов.

6. В табл. 5.18 показана зависимость освещенности и светотеневого контраста от погодных условий и высоты солнца над горизонтом. Данные табл. 5.19 дают представление об изменении контраста светотени в зависимости от плотности воздушной дымки и уровня светорассеяния в оптике. Согласно этим данным яркостные контрасты оптического изображения даже при весьма контрастной светотени редко превышают типичную фотографическую широту — 1,35 (40:1), на которую рассчитана нормальная экспозиция и на которую индексируют светочувствительности кинопленок.

Таблица 5.9. **Длительность солнечного освещения (ч) в зависимости от географической широты и времени года**

Сев. широта, °	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.
60	7	9	12	14	17	19	18	16	13	10	7	6
55	8	10	12	14	16	17	17	15	13	10	8	7
50	9	10	12	14	15	16	16	15	12	10	9	8
40	10	11	12	13	14	15	15	13	12	11	10	9
30	11	11	12	13	14	14	14	13	12	11	10	10
20	11	12	12	12	13	13	13	13	12	11	11	11
10	12	12	12	12	13	13	13	12	12	12	12	12
0	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Значения географической широты основных городов северного полушария см. в табл. 5.12.

Таблица 5.10. **Максимальная высота солнца на горизонтом (°) в зависимости от географической широты и времени года**

Сев. широта, °	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.
60	9	17	26	40	49	53	51	44	33	21	12	7
55	14	22	31	45	54	58	56	49	38	56	17	12
50	19	27	36	50	59	63	61	54	43	31	22	17
40	29	37	46	60	69	73	71	64	53	41	32	27
30	39	47	56	70	79	83	81	74	63	51	42	37
20	49	57	66	80	89	87	89	84	73	61	52	47

Таблица 5.11. **Угловое отклонение солнца (°) на горизонте**
(при восходе – в юго-восточном направлении, при заходе – в юго-западном направлении)

Сев. широта, °	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.
60	46	27	8	20	41	51	46	29	6	18	38	51
55	39	23	7	18	35	43	39	25	5	16	33	43
50	34	21	6	16	30	37	34	22	5	14	29	37
40	28	17	5	13	25	31	28	18	4	12	24	31
30	25	15	5	12	25	27	25	16	4	10	21	27
20	22	14	4	11	22	25	22	15	3	10	19	25

Таблица 5.12. **Города северного полушария и их географическая широта**

Город	Сев. широта, °	Город	Сев. широта, °	Город	Сев. широта, °	Город	Сев. широта, °
Алматы	43	Москва	56	Амстердам	52	Лондон	51
Архангельск	65	Новосибирск	55	Афины	38	Лос-Анджелес	34
Астрахань	45	Норильск	69	Белград	45	Мадрид	40
Ашхабад	38	Ниж. Новгород	56	Берлин	52	Мехико	19
Барнаул	53	Одесса	47	Бомбей	19	Майами	26
Благовещенск	51	Псков	58	Брюссель	51	Монреаль	45
Вильнюс	55	Рига	55	Будапешт	48	Мюнхен	48
Вологда	59	Ростов-на-Дону	47	Варшава	52	Нью-Йорк	41
Душанбе	39	Самарканд	39	Вашингтон	38	Ницца	44
Ереван	40	Санкт-Петербург	59	Вена	48	Осло	60
Иркутск	52	Севастополь	45	Гамбург	54	Париж	49
Казань	55	Сочи	43	Гонгконг	22	Пекин	40
Караганда	49	Таллин	59	Гонолулу	21	Прага	50
Киев	50	Ташкент	42	Дели	28	Рим	42
Краснодар	45	Тбилиси	41	Дублин	53	Сингапур	1
Красноярск	55	Хабаровск	48	Женева	46	Стокгольм	59
Львов	49	Чита	52	Каир	30	Тель-Авив	32
Магадан	60	Якутск	62	Копенгаген	56	Токио	36
Минск	52	Ялта	45	Лиссабон	39	Торонто	44
Мурманск	69					Цюрих	47

Таблица 5.13. **Ориентировочные данные по изменению свещенности E (лк) в зависимости от высоты солнца над горизонтом в течение суток (для средней северной широты)**

При солнечном освещении: днем, утром и вечером				В сумерках и ночью		
Высота солнца над горизонтом, °	Безоблачно		Облачно	Солнце ниже горизонта, °	Безоблачно	Облачно
	прямой свет	тень				
60	90 000	16 000	24 000 (16)[1]	0	700	240
50	75 000	14 000	20 000	–1	500	75
40	60 000	12 000	16 000 (11)	–2	200	28
30	40 000	9 000	12 000	–3	100	9
20	25 000	7 000	8 000 (8)	–4	30	5
15	15 000	5 000	6 000 (5,6)	–5	10	1,5
10	10 000	4 000	3 000	–6	3,3	0,5
5	4 000	3 000	2 000	–7	1	0,10
				–8	0,4	0,05
В комнате днем			– 10–300	–9	0,1	0,03
На столе, освещенном лампой			– 20–100	–10	0,05	0,007
В Санкт-Петербурге в белую ночь			– 1	–15	0,01	0,003
В летнюю лунную ночь			– 0,1	Ночью	0,001	0,0003
В пасмурную осеннюю ночь			– 0,003			

[1] Значение диафрагмы F для EI100

Пример. Съемка проходит в Московской области (56° северной широты).

Время года — зима, месяц — февраль.

С помощью табл. 5.9–5.13 можно определить: максимальную высоту солнца над горизонтом — 22°; положение солнца относительно горизонта — при восходе отклонение от восточного направления на юго-восток 23°, на закате отклонение от западного направления на юго-запад 23°; продолжительность солнечного освещения — 10 ч.

С помощью табл. 5.13 можно определить: освещенность, создаваемую падающим светом при максимальной высоте солнца в 22° — 25 000 лк; освещенность в тени при безоблачной погоде — до 8000 лк; освещенность в облачную погоду — 7000 лк; продолжительность съемочного дня при изменении высоты солнца (10–20–10°) — не более 5 ч; цветовая температура изменяется от 5400 до 5800 К (согласно данным табл. 5.3).

Таблица 5.14. **Значения диафрагмы F и *F для нормальной экспозиции типовых кинопленок в зависимости от освещенности E и яркости EV при изменении угла открытия обтюратора от 180 до 90°**

Светочувствительность EI	Диафрагма F и *F для освещенности E (10^3 лк) и яркости EV											
	0,135 6	0,270 7	0,540 8	1 9	2 10	4 11	8 12	17 13	35 14	70 15		
	Без светофильтра, угол открытия обтюратора 180°, диафрагма F											
100	1,2	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11	16	22		
200	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11	16	22	32		
250	1,6	2,3	3,2	4,5	6,3	9	12	18	25	45		
	Светофильтр Kodak Wratten 85, угол открытия обтюратора 180°, диафрагма *F											
100	–	–	–	–	*2,8	4	5,6	8	11	16		
200	–	–	–	–	*4	5,6	8	11	16	22		
250	–	–	–	–	*4,5	6,3	9	12	18	25		
	Светофильтр Kodak Wratten 85, угол открытия обтюратора 90°, диафрагма *F							*5,6				
100	–	–	–	–	–	–	–	*5,6	8	11		
200	–	–	–	–	–	–	*5,6	8	11	16		
250	–	–	–	–	–	–	*6,3	9	12	18		
	Глубина резкоизображаемого пространства L, см для К64 при значениях диафрагмы F и *F											
100	10	14	20	28	*28	*40	*56	–	–	–		
200	14	20	28	40	*40	*56	*63	–	–	–		
250	16	22	32	45	*45	*63	*80	–	–	–		
Фокусное расстояние f, см	Крупность изображения h (см, м) на передней границе резкоизображаемого пространства для диафрагмы F и *F											*16
	1,4	2	2,8	4	*4	*5,6	*5,6	*8	*11	*K46	*У32	
18	3,7	O256	O184	C128	*C128	*C92	*C92	*K64	*K46	K64	K46	
25	5	3,7	O256	O184	O184	C128	C128	C92	K64	C92	K64	
35	7	5	3,7	O256	O256	O184	O184	C128	C92	C128	C92	
50	10	7	5	3,7	3,7	O256	O256	O184	C128	O184	C128	
75	15	10	7	5	5	3,7	3,7	O256	O184			

Экспозиционные параметры натурных съемок

1. Изменение высоты солнца над горизонтом влияет на направление, протяженность и контраст светотени. В соответствии с этими показателями выбирается направление солнечного света и по возможности регулируется контраст светотени (электрической подсветкой и разноконтрастными структурными светофильтрами).

2. В табл. 5.14 представлены значения диафрагмы F и *F, необходимые для нормальной экспозиции при измерении экспонометром ключевой освещенности E или интегральной яркости, выраженной экспозиционными числами EV(EI100).

3. Экспозиционные параметры указаны для трех режимов съемки: без светофильтра; с применением желтого светофильтра N85 (при съемке на пленку ЛН); с уменьшением угла открытия обтюратора от 180 до 90° (при съемке с высокой освещенностью).

В первой части таблицы даны значения диафрагмы для нормального экспонирования типовых пленок без применения светофильтров и без изменения угла открытия обтюратора.

Во второй части таблицы даны значения диафрагмы *F для съемок на пленки типа ЛН со светофильтрами Kodak Wratten 85 при полном открытии обтюратора (180°).

В третьей части таблицы даны значения диафрагмы *F для съемок на пленки типа ЛН со светофильтром Kodak Wratten 85 при уменьшенном до 90° угле открытия обтюратора.

Режим съемки с уменьшенным до 90° углом открытия обтюратора (это возможно при освещенности более 5000 лк, позволяет повысить четкость изображения благодаря уменьшению смаза по направлению движения (что требуется при съемке спортивных состязаний), а также благодаря уменьшению вертикального смаза, возникающего вследствие вибрации камеры.

4. В табл. 5.14 показано также, в какой мере при рекомендованных значениях диафрагмы (F и *F) изменяется глубина резкоизображаемого пространства при съемке крупного плана К64 (по грудь).

5. В последней части таблицы представлены данные для съемки многоплановых кадров с четким изображением как удаленных объектов, так и персонажей первого плана, расположенных на передней границе резкости. Для такого оптимального по четкости изображения многоплановых композиций фокусировка объектива должна проводиться на расстояние, в два раза больше расстояния до персонажа первого плана.

6. Представленные в табл. 5.14 экспозиционные параметры рассчитаны на средние по контрасту и светлоте объекты. Для уточненя экспозиции при съемке сложных натурных сцен в табл. 5.15–5.17 указана рекомендуемая экспозиционная коррекция.

Таблица 5.15. **Ключевые тона, их коэффициенты отражения R, оптические плотности D и экспозиционная коррекция dF**

Требуемое повышение экспозиции			Требуемое снижение экспозиции		
Тона	R, %	D	Тона	R, %	D
Белые (dF = –2):			Средние (dF = +1/3):		
белая бумага	80	0,10	песок желтый	15	0,86
белая клеевая свежая краска	70	0,15	асфальт сухой	12	0,92
белая масленая краска	63	0,20	шоссе мокрое	12	0,92
белые ткани	55	0,20	солома	15	0,86
Светлые (dF = –1):			Темные (dF = +1):		
известь светлая	40	0,40	степь сухая	10	1,00
песок белый сухой	35	0,46	жнивье	10	1,00
кирпич белый	35	0,46	трава свежая	10	1,00
галька белая сухая	32	0,50	лес лиственный	9	1,05
шоссе сухое	32	0,50	Очень темные (dF = +2):		
Телесные (dF = –1):			лес хвойный	7	1,15
кожа лица светлая	40	0,40	моховое болото	5	1,30
кожа лица средняя	36	0,46	пахота,чернозем сухой	5	1,30
кожа лица смуглая	25	0,60	Черные (dF = +2):		
светлые ткани	30	0,50	черный бархат	1	2,00
Средние (dF = 0):			черное сукно	4	1,40
бетон	20	0,70	черная бумага	5	1,35
кирпич красный	20	0,70	темные ткани	6	1,25
бревенчатая стена	20	0,70	черный эталон	4,5	1,35
дорога грунтовая	20	0,70			
серый эталон	18	0,76			

dF = –1 и dF = –2 – требуемое уменьшение значения диафрагмы: на одно и два деления.
dF = +1 и dF = +2 – требуемое увеличение значения диафрагмы: на одно и два деления.

Экспонирование по ключевым тонам

1. При съемке на натуре во многих случаях не представляется возможным измерить ключевые яркости по серому 18%-му эталону. Поэтому с помощью точечного яркомера проводится измерение яркости ключевых тонов природных объектов. В рекомендуемые экспонометром значения диафрагмы должны вноситься экспозиционные поправки на композиционное отличие светлоты природного объекта от 18%-го эталона (D = 0,74).

Принцип следующий: чем светлее объект серого 18%-го эталона, тем больше должна повышаться экспозиция и снижаться значение диафрагмы:

R = 18% D = 0,74 dF = 0 (эталон среднего серого тона);
R = 36% D = 0,44 dF = –1 (телесный тон лица);
R = 9% D = 1,05 dF = +2 (лес лиственный).

2. В табл. 5.13 представлены ключевые тона привычных природных объектов с соответствующими значениями коэффициента отражения R (%) и значениями оптической плотности D. Необходимые экспозиционные поправки при определении экспозиции по этим ключевым тонам указаны в делениях диафрагмы (–dF или +dF).

3. Экспозиция, определенная по телесным тонам, должна быть повышена в 2 раза. Для этого значение диафрагмы должно быть уменьшено на одно деление (dF = –1). Если по изменению яркости телесного тона экспонометр рекомендует F5,6, то экспонирующее значение должно быть F4.

Темные и очень темные тона и участки небосвода экспозиционно контролируются на случай подсветки или частичной фильтрации оттененным светофильтром.

Экспозиционные поправки на светлоту объекта

1. При съемке различных по светлоте и контрасту натурных сцен экспозиционные поправки рекомендуются для обоих методов: ключевой яркости и интегральной яркости (табл. 5.16 и 5.17), при съемке с искусственным светом используется также метод ключевой освещенности.

При измерении интегральной яркости значение диафрагмы: будет уменьшатся для светлых объектов и увеличиваться для темных объектов.

2. Если экспонирование проводится по ключевой яркости 18%-го эталона, то в значения диафрагмы вносятся поправки: увеличение — для светлых объектов; уменьшение — для темных объектов.

3. Рекомендуемые экспозиционные поправки требуются прежде всего при киносъемке на обращаемую пленку, поскольку в какой-то степени следует избегать излишней экспозиции. При съемке на негативные пленки, напротив, следует опасаться недодержки.

Таблица 5.16. **Экспозиционные поправки на светлоту и контраст объекта при измерении ключевой яркости серого 18%-го эталона**

Объект	Результат измерения ключевой яркости серого 18%-го эталона	Требуемые экспозиционные поправки (в делениях диафрагмы)
Темный объект (с преимущественным количеством темных тонов)	Правильное экспонирование ключевых тонов. В тенях контрастных объектов возможна недодержка	Для негативной пленки –1dF (повышение экспозиции)
Светлый объект (содержит большое количество светлых тонов)	Правильное экспонирование ключевых тонов. В яркоосвещенных участках возможна завышенная экспозиция	Для обращаемой пленки +1/2dF (снижение экспозиции)
Контрастный объект (в том числе с боковым и контровым освещением)	Прибор не обеспечивает надежной экспозиции при раздельном измерении яркости в «тенях» и «светах»	Требуется согласованное определение экспозиции по светам и теням с вычислением среднего значения
Очень светлый объект (заснеженный пейзаж, пляж)	Экспозиция для ключевых тонов нормальная. Для большинства светлых яркоосвещенных деталей завышена	Для обращаемых и негативных пленок +1dF (снижение экспозиции)
Малоконтрастный объект (пасмурно)	Экспозиция для темных тонов может оказаться завышенной	Для обращаемых пленок +1dF (снижение экспозиции)

1. При съемке темных объектов на обращаемую пленку следует опасаться того, что экспозиция, вычисленная по ключевым тонам, будет чрезмерно большой.

2. При съемке очень светлых объектов на негативную пленку возможно, что экспозиция, вычисленная по ключевым тонам, будет недостаточной.

3. При съемке высококонтрастных объектов рекомендуется усреднять значения яркости ключевых тонов, измеренных в светлых и затененных участках.

Таблица 5.17. **Экспозиционные поправки на светлоту объектов при измерении интегральной яркости**

Объект	Результат измерения интегральной яркости	Требуемые экспозиционные поправки (в делениях диафрагмы)
Темный (с преобладанием темных тонов)	Экспозиция завышена, т. к. у темных объектов интегральное отражение меньше 18%	Для обращаемой пленки +1dF (снижение экспозиции)
Светлый (содержит большое количество светлых тонов)	Экспозиция занижена, т. к. у светлого объекта интегральное отражение больше 18%	Для негативной пленки –1/2dF (повышение экспозиции)
Контрастный (в том числе с боковым и контровым освещением)	Экспозиция определяется в основном светлыми тонами, поэтому она занижена для затененных участков	Для негативных пленок –1/2dF (повышение экспозиции)
Очень светлый (заснеженный пейзаж, пляж)	Экспозиция, вычисленная по яркоосвещенным светлым участкам оказывается заниженной для ключевых тонов	Для негативных пленок –2dF (повышение экспозиции)
Малоконтрастный (пасмурно)	Экспозиция вычисляется как средняя для всех ключевых тонов	0dF (экспозиция не изменяется)

1. При съемке на обращаемую пленку следует опасаться излишне высокой экспозиции, особенно при съемке темных объектов.

2. При съемке на негативную пленку возможна недостаточная экспозиция, особенно при съемке очень светлых объектов.

Светотеневое освещение

1. К важнейшим параметрам натурных съемок относится высота солнца над горизонтом, поскольку с ее изменением изменяется длина теней и соотношение яркостей вертикально и горизонтально освещенных поверхностей (см. табл. 5.18).

2. Со снижением высоты солнца (от 45 до 40-30-20°) увеличивается яркость и насыщенность всех цветов, находящихся на вертикально ориентированных поверхностях, составляющих основу всего видимого пространства. Возрастают сюжетно-важные цветовые контрасты, расширяется выбор сектора съемки с требуемым колоритом и цветом небосвода, появляется возможность создания световых и цветовых акцентов в соответствии со зрительным восприятием.

3. При увеличении высоты солнца над горизонтом (начиная от 45°) возрастает яркость горизонтально расположенных поверхностей. Вертикальные тени на лицах заметно увеличиваются, искажая внешний облик снимаемых персонажей.

4. Светотеневые контрасты изменяются от погодных условий: например, снижаются от увеличения плотности воздушной дымки. Резкость границ цветотени смягчается от светящейся части небосвода. При чистом небосводе в солнечную погоду светотень оказывается контрастной, с резкой границей. При воздушной дымке светотень мягкая; в пасмурную погоду тень не видна. Такая классификация погодных условий наглядна и удобна для описания светотени в изобразительных целях (табл. 5.18 и 5.19).

5. Зрительные эффекты и зрительные образы натурных ландшафтов с характерным для них разноконтрастным освещением, накапливаемые в нашей памяти, лежат в основе всех видов изобразительного творчества. Особое место занимают разноцветные оттенки небосвода, во многом определяющие естественный колорит снимаемого цвета (табл. 5.20).

Мастерство оператора проявляется в том, что ограниченными съемочными средствами ему удается имитировать в изображении зрительное восприятие натурных объектов со свойственной нашему зрению неполной адаптацией на яркость и цветность освещения.

Таблица 5.18. **Освещенность и светотеневой контраст в зависимости от облачности и высоты солнца над горизонтом**
(для среднесеверной широты)

Угол,°	Освещенность E, 10^3 лк, ключевая яркость EV(EI100), контраст K								Длина тени предмета высотой 1 м, м
	Солнечный свет		Смешанный свет в тени						
			Дымка (мягкие тени)		Облачно (контрастные тени)		Сплошная облачность (нет тени)		
	E	EV	E	K	E	K	E	EV	
60	120–90	16	90	2:1	24	4:1	16	13	0,3
50	117–85	16	76	2:1	20	4:1	14	12,6	0,5
40	114–77	16	54	2:1	17	5:1	11	12,5	1,0
30	108–67	15	43	3:1	13	6:1	9	12	3,0
20	100–48	15	27	3:1	7	7:1	7	11,6	4,0
15	90–34	14	17	3:1	6	8:1	5	11,3	6,0
10	50–25	13	9	4:1	4	10:1	3	10,3	9,0

6. Согласно данным табл. 5.18 в летнее время в течение съемочного дня, когда высота солнца изменяется в пределах от 60 до 30°, ключевая яркость, а также вычисленная по ней экспозиция остаются практически постоянными (EV15-F22).

Контраст светотени при «высоком» солнце и воздушной дымке не превышает 2:1, а при отсутствии дымки (безоблачно или облачность до 50%) достигает 4:1.

С увеличением облачности возрастает площадь затененных облаками участков — светлота объекта снижается.

7. В зимнее время, когда высота солнца в течение съемочного дня меняется от 30 до 10° значения ключевой яркости и экспозиции изменяются в большей мере — на 2 деления диафрагмы (EV15–13 и F16–8). Длина тени от предмета многократно возрастает (в 4–9 раз). Рисующий солнечный свет оказывается боковым вместо верхнебокового.

Контраст светотени при «низком» солнце и при наличии воздушной дымки не превышает 4:1. Контраст светотени при «низком» солнце и отсутствии воздушной дымки достигает 8:1.

При переднебоковом освещении светотеневой контраст (при отсутствии дымки) оказывается весьма большим, поэтому для съемок игровых сцен требуется подсветка с освещенностью 20–30 тыс. люкс.

9. Представленные данные показывают, что при солнечном освещении экспозицию в течение съемочного дня можно удовлетворительно регулировать по интегральной яркости.

Таблица 5.19. **Яркостный контраст оптического изображения при различных уровнях светорассеяния**

	Увеличение яркостного контраста при светотеневом освещении			
	без теней (x1)	средний (x2)	высокий (x4)	контрастный (x8)
Отношение яркости	40:1[1]	80:1	160:1	320:1
Интервал плотности[2], D_0	1,4	1,7	2,0	2,3
Уровень рассеяния света	Светотеневой контраст, сниженный светорассеянием света			
2,5%[3]	18:1	35,7:1	67:1	125:1
5%[4]	12:1	21,7:1	40:1	67:1
10%[5]	7,4:1	9,8:1	21,2:1	35,7:1
	Уменьшенные интервалы плотности[6], D			
2,5%[7]	1,26	1,56	1,82	2,08
5%[8]	1,08	1,34	1,60	1,84
10%[9]	0,87	0,99	1,33	1,55
	Уменьшение контраста в делениях диафрагмы			
2,5%	4 1/3	5 1/3	6	6 2/3
5%	3 1/2	4 1/2	5 1/3	6
10%	3	3 1/3	4 1/2	5

[1] Максимальный контраст природных объектов при бестеневом освещении.
[2] Интервал оптических плотностей, указывающий на требуемую фотографическую широту без учета светорассеяния.
[3] Ориентированное светорассеяние в точечном яркомере.
[4] Ориентированное светорассеяние в кинообъективе.
[5] Минимальное светорассеяние при воздушной дымке.
[6] Интервал оптических плотностей, получающийся в условиях реального светорассеяния.
[7] Ориентировочное светорассеяние в измерительных приборах.
[8] Минимальное светорассеяние при съемке в помещениях.
[9] Минимальное светорассеяние при съемке на натуре.

Светотеневой контраст в натурных съемках

1. Светотеневой контраст определяется четырьмя факторами:
- контрастом окрасок предметов;
- светотеневым освещением;
- воздушной дымкой, снижающей контраст освещения;
- контрастом фоновых участков небосвода.

2. Контраст окрасок предметов (светлотный контраст) определяется значениями коэффициентов отражения (в %) изображаемых предметов. Для натурных съемок при бестеневом равноконтрастном освещении типичны следующие значения:

свежий снег	80%	сухой асфальт	12%
белые окраски	60%	свежая трава	10%
старый снег	40%	хвойный лес	7%
белый кирпич	35%	пахота	5%
бетон	20%	пруды и канавы	2%

3. Светлотный контраст в естественных ландшафтах не превышает значения 40:1, что соответствует оптической плотности 1,40 Б. Именно такой интервал прямо пропорционально воспроизводится негативной пленкой при нормальной экспозиции.

4. Вследствие светотеневого освещения контраст деталей в рамках кадра возрастает весьма сильно: в 2–4 раза, а при низком положении солнца — до 8 раз. Однако максимальный контраст яркостей вследствие светорассеяния возрастает незначительно (см. табл. 5.19).

Вследствие атмосферного светорассеяния контраст деталей в затененных участках натурных объектов снижается равнозначно как для зрительного восприятия, так и для кинопленки при ее нормальной экспозиции.

5. В табл. 5.19 представлены данные, иллюстрирующие влияние неизбежного в объективе светорассеяния на естественное снижение яркости. (Следует иметь в виду, что коэффициент светорассеяния в зрительной системе равен примерно 2,5%.)

6. Правильное, прямо пропорциональное воспроизведение натурных контрастов достижимо до тех пор, пока яркость фоновых участков небосвода в кадре не сильно превышает максимальную яркость наиболее светлых предметов. Если же яркость участков небосвода весьма высока, то для ее снижения применяются оттененные светофильтры.

7. Яркость небосвода вследствие психофизиологических свойств зрения обычно недооценивается. Чем шире поле зрения, тем менее ярким кажется небосвод. Поэтому экспозиционный контроль яркости небосвода при съемках на натуре не менее важен, чем контроль яркости ключевых тонов наземных предметов.

Небосвод и солнце — единый источник света

1. Даже при легкой воздушной дымке вокруг солнца образуется весьма широкий светящийся участок небосвода. Солнечный свет становится направленно рассеянным, граница светотени плавно расширяется, создавая рельефное, «пластичное» освещение снимаемых объектов.

2. Ширина светящегося участка вокруг солнечного диска увеличивается при усилении и уплотнении дымки. Причем цвет светящегося участка зависит от погодных условий, прежде всего от преобладания в воздушной дымке мелких водяных или пылевых частиц.

3. Сине-голубой цвет небосвода возникает вследствие рассеяния света молекулами воздуха. При уплотнении дымки мелкими частицами воды она становится светло-голубой, а синий небосвод у горизонта становится бледно-голубым.

4. Пылевая дымка, образующаяся в жаркую погоду, в отличие от влагосодержащей имеет серо-пепельный цвет. При снижении солнца к горизонту цвет пылевой дымки вблизи солнца изменяется, становясь оранжевым, а затем — красным.

5. В зависимости от изобразительных задач яркость участков небосвода, попадающих в кадр можно снижать цветными светофильтрами, но иногда приходится повышать насыщенность синего цвета небосвода синими светофильтрами.

6. При вечернем оранжево-красном солнечном свете отчетливо видны красноватые отблески на освещенных солнечных участках. Поэтому для естественности тоновоспроизведения вечернего пейзажа не следует применять конверсионные и балансные фильтры, т. к. они приводят эффектное освещение к среднедневному.

7. Насыщенность синего цвета небосвода усиливается при угловом удалении от солнечного диска. Наиболее темными и синими оказываются боковые участки небосвода, которые попадают в кадр при боковом солнечным освещении. При переходе к переднему солнечному освещению фоновые участки небосвода становятся менее синими и более светлыми.

8. Цветовые контрасты определяются главным образом разницей в окраске снимаемых предметов. Вместе с тем на равномерно окрашенных участках, так же как на заснеженной поверхности, можно отчетливо видеть сине-желтый контраст от голубого небосвода и желто-белого солнечного света.

9. Двухцветность натурного освещения приводит к тому, что цветовые соотношения в природных объектах изменяются при изменении направления солнечного света по отношению к линии съемки.

При контровом освещении цвет травы вследствие преобладающего прошедшего света приобретает желтоватый оттенок солнечного света, а при фронтальном освещении благодаря отраженному синему свету появляются сине-зеленые оттенки.

Другой пример. «Волны пригнувшихся колосьев» изменят цвет по мере созревания колосьев. Яркостный контраст в их изображении возрастает при контровом освещении благодаря «зеркальному» отражению солнечного света.

Цветовые оттенки небосвода

1. Изменение цвета небосвода на восходе и на закате примерно одинаковое. Основное отличие состоит в том, что на закате солнца в пылевой дымке преобладают оранжевые и красные тона. На рассвете благодаря влагосодержащей дымке появляется больше розовых и голубых тонов. Сочетание дополнительных тонов при восходе солнца обусловлено тем, что влагосодержащая дымка пропускает при «низком» солнце как красно-оранжевые излучения, так и сине-голубые от небосвода.

3. В табл. 5.20 показано изменение цвета небосвода, которое можно увидеть при закате солнца в восточной (фоновой) части небосвода, а при восходе солнца — в его западной части. Высота солнца обозначена в градусах; знак плюс означает, что солнце выше горизонта, знак минус — ниже горизонта.

Таблица 5.20. **Изменение цвета небосвода при закате солнца**

Восток			Запад	
Высота солнца, °	Освещенность E, лк	Цвет	Высота солнца, °	Цвет
+15	40 000	Синий Бледно-синий Белый	+15	Светло-синий Белый[1] Бело-желтый[1]
+5	4 000	Синий Бледно-синий Бледно-оранжевый	+5	Бледно-синий Бледно-желтый[1] Желто-оранжевый
–1	800	Синий Бледно-желтый Оранжевый	0	Синий Бледно-синий Бледно-желтый
–3	80	Бледно-красный Красный Пурпурный	–4	Желто-розовый Желтый Оранжево-красный
–5	10	Серо-синий Пурпурно-красный Сине-серый	–6	Фиолетово-синий Желто-розовый Оранжево-красный
Ширина нижних цветных полос у горизонта во всех вариантах намного меньше ширины верхних полос			–12	Темно-синий Блекло-синий Желто-зеленый

[1] Цвет солнечного диска.

Коррекция яркости и цветового тона небосвода

1. Цветные кинопленки обладают естественной чувствительностью к сине-фиолетовым излучениям, интенсивность которых в атмосферной дымке зрительно не ощущается, но оказывает сильное воздействие на кинопленку. Поэтому прозрачная голубая дымка, создающая тональную перспективу, может иногда получаться в киноизображении излишне синей.

Чтобы погасить в киноизображении излишнюю синеву воздушной дымки и сохранить тем самым тональную перспективу, применяют слабоокрашенные, почти прозрачные светофильтры, поглощающие только ультрафиолетовое излучение (например, желтые фильтры 5Y, 10Y).

2. Для снижения яркости участков небосвода, попадающих в кадр, применяют оттененные серые светофильтры. Для уменьшения яркости синего цвета на безоблачном небосводе применяют также поляризаторы. Например, поляризатор Polo 85 в комплекте с типовым фильтром Kodak Wratten 85. Наибольшее затемнение поляризаторами достигается при боковом освещении. При изменении направления солнечного света эффект поляризации ослабевает.

3. Для изменения цветового тона небосвода применяют компенсационные фильтры (CC), а также специализированные светофильтры, в том числе те, которые изменяют синеву небосвода: Sky A («Tiffen»), Blue Sky («Harrison») и Blue Tropic.

Усиление синевы небосвода создает ощущение увеличения его высоты. Наоборот, снижение синевы и яркости небосвода создает впечатление «низкого» неба, характерного для непогоды.

4. Посредством комбинирования поляризационного фильтра с разноцветными эффектными фильтрами, например Vari-Color («Tiffen»), удается не только изменять цветотеневые контрасты на освещенных предметах, но и цвет этих предметов по отношению к цвету небосвода.

5. Эффект изменения цветового контраста небосвода усиливается при уменьшении экспозиции. При увеличении экспозиции эффект действия светофильтров снижается, т. к. разница в экспозиции слоев компенсируется при печати позитива.

Цветные киносъемки в горах

1. При съемке в горах вследствие отсутствия воздушной дымки возрастают как светотеневой, так и цветовой контрасты. Цвет небосвода получается сине-фиолетовым. Чтобы «пригасить» интенсивность сине-фиолетовое излучение используют светофильтры, поглощающие ультрафиолетовое излучение. Желтые фильтры применять не рекомендуется, т. к. снижая сине-фиолетовый тон, они повышают светотеневой контраст и «зачерняют» небосвод.

2. Для уменьшения цветового контраста при съемке крупных и средних планов применяется дополнительная подсветка теней отраженным солнечным светом, а для снижения контраста используются структурные светорассеивающие фильтры.

3. При съемке в горах следует учитывать неустойчивость погоды, а также укороченное съемочное время в связи с запоздалым восходом солнца из-за гор и ранним его заходом за горы.

Киносъемка ночных кадров при дневном свете

1. При съемке «под ночь» преобладающим должен быть эффект темноты, который проявляется в исчезновении градации тонов в «тенях» и в зачернении всего изображения, кроме отдельных бликов и световых контуров.

Для достижения эффекта темноты требуется снижение экспозиции, но только до того предела, пока в негативе остаются достаточно плотные изображения ярких бликов и светлых контуров.

2. В соответствии с особенностями зрительного восприятия необходимо, чтобы участки, не освещенные лунным или электрическим светом, были одинаково темными, почти черными, с едва различимыми очертаниями движущихся персонажей.

3. В изображениях открытых ландшафтов светлые участки (например дороги, покрытые гравием, заснеженные участки, пена прибоя) должны по возможности изображаться более светлыми, чем участки, которые выглядят более светлыми при дневном свете. Для этого используются разнообразные оттененные фильтры.

4. Для повышения светотеневого контраста на сюжетно-важных персонажах при съемке «под ночь» применяется, как правило, контровое и заднебоковое освещение. Съемочный день планируют так, чтобы солнце, даже если оно в облаках, постоянно находилось позади снимаемого объекта.

5. В большинстве ситуаций одновременно с созданием иллюзии ночи требуется раскрыть драматическое содержание сцены. Поэтому при съемке с рисующим заднебоковым и контровым светом применяется дополнительная подсветка первоплановых персонажей, позволяющая различать выражения их лиц. Такая подсветка оправдана психологическим эффектом «внимательного рассматривания».

6. При дневных съемках «ночных» сцен рекомендуется избегать изображения небосвода в кинокадре. Если он попадает в поле изображения, то его яркость должна контролироваться и уменьшаться оттененными светофильтрами.

7. Если требуется «холодный ночной эффект», то при съемке на пленку типа ЛН рекомендуется применять голубой компенсирующий фильтр 50C. Если требуется получить «теплый ночной эффект», применяют менее плотный голубой фильтр 30C. Существует также специализированный светофильтр Day for Night («Tiffen»).

8. Усиление ночного эффекта достигается изображением в темно-синем пространстве желтых, желто-оранжевых или оранжево-красных

удаленных источников света и отблесков от них на воде и на гладких поверхностях отдельных предметов.

Этот эффект усиливается в дождливую погоду и при ее имитации.

9. Для усиления отблесков и контрастирующих светлых контуров применяются «звездные» структурные светофильтры и диффузоры.

Психологически обусловленная коррекция

(Эффект преувеличенного восприятия угловых размеров)

1. Зрительное ощущение цельности композиции изменяется в зависимости от освещенности и открытости изображаемой местности.

При снижении освещенности мы видим более широкое поле зрения, чем при съемке при ярком дневном освещении. Поэтому при съемках «под ночь» и «под сумерки» для усиления ощущения слабого освещения следует чаще использовать короткофокусные объективы. Этот психологический эффект обусловлен не только тем, что при слабом освещении зрительный образ формируется главным образом периферийным палочковым зрением, но и потребностью расширения поля зрения для обнаружения опасности.

2. При киносъемке в горах или на холмистой закрытой местности окружающие предметы мы тоже видим в расширенном поле зрения. Потребность в широком обзоре эволюционно выработалась вследствие чувства повышенной опасности, которое появляется не только в темноте, но и в лесистой и гористой местности. Поэтому при съемках в закрытых и горных ландшафтах для имитации зрительных эффектов целесообразно чередовать съемку одних и тех же сцен объективами различного фокусного расстояния.

Эффекты зрительного восприятия расстояния

1. Зрительное восприятие расстояния не полностью соответствует результатам объективных измерений. То же относится к зрительному восприятию крутизны склонов.

2. Крутизна склона при взгляде снизу кажется преувеличенной, так же как и его высота. При взгляде со склона вниз он не кажется таким крутым, как при взгляде снизу или сбоку. Поэтому для усиления ощущения стремительности спуска необходимо чередовать кадры, снимаемые сверху, сбоку и с движением камеры.

3. Эффект недооценки расстояния проявляется, например, в том, что мы не ощущаем увеличения удаленности фонарей или столбов после 170 м. В горном ландшафте не ощущается разница в удаленности гор после 5 км.

4. Эффект недооценки расстояния во много раз усиливается, если один глаз прикрыть рукой, т. е. перейти от бинокулярного зрения к монокулярному. Поэтому при выборе объектов съемки рекомендуется в дополнение к обычному бинокулярному осмотру проводить монокулярный осмотр, лучше через оптический визир с регулируемым углом поля изображения.

5. Эффект недооценки расстояния позволяет широко использовать «дорисовки» фоновых объектов вместо «домакеток». По этой же причине можно снизить требования, которые предъявляются к дальней границе глубины резкоизображаемого пространства при съемке удаленных объектов с персонажами первого плана (вместо фокусировки на гиперфокальное расстояние в большинстве случаев можно ограничить фокусировку объективов на его половину).

Эффект преувеличения высоты и размера солнца

1. Небосвод нам кажется не высоким, но удаленным в горизонтальном направлении. Образно говоря, небосвод нам кажется сплюснутым. Причем субъективное различие в удаленности достигает дву- и трехкратного значения, а при наличии высоких перистых облаков пятикратного значения.

2. Соответственно преувеличивается высота солнца над горизонтом. Например, в летнее время, когда высота солнца над горизонтом не превышает 60°, нам кажется, что оно находится почти в зените. В зимнее время, когда солнце не поднимается над горизонтом выше 20°, нам кажется, что его высота достигает 30–45°. Контраст и длина теней изменяются в течение съемочного времени быстрее, чем это представляется, глядя на солнце.

3. Преувеличенное представление о горизонтальной удаленности небосвода сопровождается психофизическим эффектом преувеличения размера солнца, особенно при его снижении к горизонту. На самом деле фактический угловой размер солнца остается постоянным в любом положении и равняется 1/108 рад, что соответствует 1/2° (точнее 0,53°).

4. При снижении солнца к горизонту диаметр диска при ясной погоде нам кажется увеличенным примерно в 2 раза, а при наличии вечерней пылевой дымки — в 3–3,5 раза.

5. Характерно, что большинству людей солнечный диск на небосводе видится размером с большую тарелку (диаметром 50–55 см), с дистанции, равной примерно 60 м. Такое представление соответствует съемке солнца объективом f200, имеющим горизонтальный угол 6,3°. Только небольшая часть людей видит солнце менее крупным, а именно — с блюдце, что соответствует съемке солнца объективом f70 или f100.

6. В соответствии с особенностями зрительного восприятия съемку солнца (и луны) в случае сюжетной необходимости рекомендуется проводить длиннофокусными объективами с фокусным расстоянием не менее f80, так, чтобы изображение диска солнца занимало 1/25 ширины кадра.

7. При съемке солнца объективом f200 его изображение будет занимать 1/10 ширины кинокадра, а при съемке объективом f2000 — всю ширину киноэкрана.

Цветные кинопленки в натурных съемках

1. Оба типа цветных пленок (ДС и ЛН) применимы в натурных съемках. Пленки типа ЛН универсальны по цветопередаче как при съемках в павильоне, так и при съемках на натуре. Это позволяет выработать единые изобразительные приемы и критерии.

2. Вместе с тем пленки типа ДС во многих отношениях предпочтительнее для съемок на натуре. Преимущества этой пленки заключаются в том, что удается достичь лучшего цветовоспроизведения и четкости изображения мелких деталей.

3. Пленки типа ДС благодаря пониженной светочувствительности обеспечивают меньшую зернистость и бóльшую четкость изображения, что важно при съемке массовых, в том числе и батальных сцен.

Благодаря экспозиционному запасу в светочувствительные слои вводится большее количество цветокорректирующих компонентов. Поэтому при съемках на натуре удается воспроизводить эффект «прозрачности» теней.

4. Пленки типа ДС при съемке на натуре не подвергаются преднамеренному изменению цветового баланса, как это происходит при использовании пленок типа ЛН, когда в процессе съемки желтым светофильтром приходится снижать светочувствительность синего слоя (которая при изготовлении пленки для электрического света преднамеренно повышалась).

5. Еще более важное значение имеет повышенная защита светочувствительных слоев пленок ДС от нежелательного воздействия ультрафиолетовых излучений.

6. Для согласованного цветового баланса в «светах» и «тенях» в некоторых пленках, например ДС, проводится небольшое снижение цветоделительного маскирования. В результате происходит сближение максимальных плотностей всех трех светочувствительных слоев, тем самым расширяется интервал одинаково копируемых плотностей негатива. Благодаря этому белые тона воспроизводятся белыми, черные — черными.

7. Снижение цветоделительного маскирования в пленках ДС приводит также к тому, что цветные контрасты становятся мягче, естественнее. Снижение маскирования красночувствительного слоя предохраняет от возможного появления излишней синевы в изображении воздушной дымки, что способствует сохранению ощущения воздушной перспективы.

Цветовая концепция киносъемок

1. Цветные кинопленки и процессы обработки должны быть постоянны, а операторы должны быть уверены в воспроизводимости ранее полученных результатов.

2. Подготовительные работы к цветовому построению фильма включают не только опробование пленок. Необходима еще выработка «цветовой концепции» — всего того, что обеспечивает колористическое единство монтажных кадров эпизода и фильма.

3. В своих воспоминаниях Стив Ньюквист, известный оператор, поставивший с Ингмаром Бергманом более 20 фильмов пишет:

«Кажется шел 1962 год. Мы готовились к съемке первой в Швеции цветной кинокартины. Сформировалась группа из тех, кто должен был участвовать в съемках и кого необходимо было обучать работе с цветом: художника-постановщика, гимеров и т. д. Пригласили операторов из других стран и представителей от фирмы «Kodak», «Agfa Gevert». Устроили студию, провели нужные испытания и приступили к практическим занятиям. Было много дискуссий о контрастности и о работе с цветной пленкой с изобразительной точки зрения. Фильм получился технически безупречным, но, к сожалению, полностью лишенным нужного настроения. Из этого горького опыта мы извлекли необходимые уроки». И далее он пишет: «Мы постарались упростить всю работу, касающуюся цвета. Изменяли все, что было перед камерой».

4. Целенаправленный выбор объектов и предметная постановка в снимаемом пространстве играет главную роль в цветовом построении фильма. Не менее важна изобразительная манера съемки.

5. Изобразительная концепция создается при подготовке и съемке фильма, а проявляется в законченном фильме. Достаточно полное и наглядное представление о возможном разнообразии изобразительной концепции можно получить, сравнивая ряд выдающихся художественных фильмов.

6. По разнообразию изобразительной манеры показательны фильмы, снятые известным оператором-постановщиком Вадимом Ивановичем Юсовым в авторских коллективах руководимых режиссерами с ярко выраженной индивидуальностью: «Иваново детство» (А. А. Тарковский, 1962) — манера жесткая, экспрессивная; «Я шагаю по Москве» (Г. Н. Данелия, 1964) — манера мягкая, лирическая, живописная; «Андрей Рублев» (А. А. Тарковский, 1971) — манера аскетичная, суровая; «Они сражались за Родину» (С. Ф. Бондарчук, 1975) — достоверное изображение батальных сцен и фронтовых будней; «Красные колокола» (С. Ф. Бондарчук, 1982); «Солярис» (А. А. Тарковский, 1973) — убедительное сочетание фантастической космической среды с лирикой пейзажа.

Изобразительной манерой отличаются и менее известные фильмы. «Совсем пропащий» (Г. Н. Данелия, В. И. Юсов, 1973), «Юлия Вревская» (Коробов Никола (НРБ), В. И. Юсов, 1978) — достоверное изоб-

ражение среды и быта эпохи (перечень характеристик по академическому словарю).

7. Конкретизируя задачи цветовой концепции приходится начинать с выбора живописной или документальной направленности съемки. Следующее согласование — достоверность цвето-светового изображения среды с изобразительными акцентами на главных персонажах. Примером современной концепции является съемка дорогостоящих фильмов на местах действительных событий и в соответствующих интерьерах. В таких съемках проявляются преимущества новых кинопленок в четком изображении деталей и фактуры.

8. Третья задача сводится к выбору цвето-световой манеры съемки. Этот выбор осуществляется на альтернативной основе, с обсуждением целесообразности съемки:

- в локальных цветах при фронтальном освещении или в обусловленных тонах со всесторонним отраженным светом;
- в графической или живописной манере с цветовыми контрастами и яркими ореолами и бликами;
- в светлой или темной тональности, драматизирующей обстановку.

Достоверность натурного изображения

1. Достоверность изображения на киноэкране в основном определяется цветовыми и градационными свойствами фотографических пленок и однозначностью воспроизведения на них цветовых соотношений. Вместе с тем для достоверного изображения натурных объектов условия их экспонирования должны обеспечивать возможно более точное воспроизведение цветовых оттенков воздушной перспективы, поскольку она в совокупности с цветовыми оттенками небосвода определяет естественный колорит снимаемого ландшафта.

2. Зрительное восприятие перспективных соотношений кратко и четко сформулировано Леонардо да Винчи: «Предмет удаленный от глаз, теряет в величине и цвете столько, сколько он приобретает в расстоянии, или наоборот, предмет приобретает в величине, отчетливости и цвете, насколько он уменьшает пространство, находящееся между ним и видящим его глазом».

3. В процессе съемки приоритетное значение в каждом конкретном случае можно отдавать одному из трех видов изобразительной перспективы.

- Линейная перспектива ощущается в закономерном уменьшении величины фигур по мере их удаления от наблюдателя.
- Воздушная или «цветовая перспектива» проявляется в закономерном изменении цветовых контрастов и тонов в глубь кадра. Она создает основу естественного природного колорита, который мы зрительно ощущаем в рассматриваемом объекте.
- Рельефная перспектива проявляется в уменьшении четкости деталей и резкости контуров.

Резкостная перспектива, так же, как и воздушная, является отличительным признаком конкретного ландшафта, заслуживающего во многих случаях подчеркнутого изображения.

4. Цветные кинопленки сконструированы так, что они обеспечивают постоянство цветовых соотношений. Однако отклонения от сбалансированного маскированния могут вызывать некоторые цветовые нарушения. Например, излишнюю синеву воздушной дымки относительно телесных тонов.

5. Поэтому требование зрительно согласовывать изображение телесных тонов с тонами воздушной дымки было и остается главным критерием достоверности натурных киноизображений. Для сохранения гармоничной цветовой тональности рекомендуется избегать перехода с одного типа пленки на другой, особенно если пленки различаются по балансу контрастности.

6. Для достоверности изображения требуется достаточно высокая четкость, которая позволила бы видеть разницу в четкости ближе и дальше расположенных в дымке объектов.

Принцип ограничения

1. Выработка концепции натурных съемок предусматривает поиск сюжетно обусловленного изобразительного разнообразия.

Поиск разнообразия отличает творческий подход к подготовке натурных съемок, к выбору направлений съемки и секторов с допустимым изменением этих направлений по отношению к направлению рисующего солнечного света.

2. Поиск разнообразия неразрывно связан с противоположным требованием — ограничения изобразительных приемов в каждом отдельном эпизоде. Самое главное ограничение — это кадрирование.

Принцип ограничения является руководящим в построении достоверных цветных изображений. Он относится не только к ограничению сюжетно-важного пространства рамками кадра, но и к ограничению разнообразия цветовых тонов. В равной мере он распространяется на ограничение источников света, создающих заметные тени, на изменение контраста светотени в одном эпизоде и т. п.

3. Снимая в «ночном интерьере», можно применять несколько световых приборов. В дневных натурных съемках должен быть единственный, главный источник рисующего света — солнце. Необходимо только правильно использовать солнечный свет, чтобы избежать слишком резких черных теней, применяя, по возможности, соответствующую подсветку.

4. Лица, снимаемых персонажей, не должны выделяться цветовой яркостью. При съемках на натуре рекомендуется не злоупотреблять гримом, особенно ярких теплых тонов.

Для устойчивого воспроизведения цветовой тональности требуется световая поддержка на постоянном уровне визуально контролируемого ключевого цветового контраста — отношения цветового тона лица к

преобладающему цветовому тону в снимаемом пейзаже. Например, к цвету лиственного леса или к цвету хвойных деревьев.

5. Ключевой цветовой контраст является отличительной чертой многих фильмов. Например, холодные сине-зеленые контрасты горного ландшафта могут естественно контрастировать с холодными телесными тонами, ибо все оттенки ограничены преобладающим синеватым рассеянным светом от пасмурного небосвода и окружающих объектов.

6. Вместе с тем при съемке игровых сцен и эпизодов вместо подчеркивания естественных природных тонов следует применять более выровненное по цвету освещение в соответствии с психофизеологическим эффектом ясного видения внимательного рассматривания персонажей, их лиц.

Композиция живописная и кинематографическая

1. Композиция — это сюжетно обусловленное единство изображения объектов, персонажей и разновременных их действий. Как правило, композиция строится на имитации памятных зрительных образов и фактически видимых цветовых и светоконтрастных соотношений.

2. Центральной проблемой композиции в различных видах искусства является индивидуальная точка зрения автора.

В живописи наиболее интересным и выразительным считается то произведение, в котором ощущается несколько точек зрения, различающихся как по форме, так и по существу изображаемых действий и характеров. В частности, допускается различная перспектива в разных частях картины, а также совмещение разновременных действий, поз, движений.

3. Широко применяемым в живописи является трехпозиционное изображение времени. Первое — это «историческое» время действия, эпохи. Второе — это реальное время года, суток. Третье — это компрессированное время, когда в одной картине изображается совокупность разновременных поз и движений, наиболее характерных для изображаемых персонажей.

4. В кинематографе этот прием временной компрессии претерпевает существенные изменения: изображаемое действие развертывается во времени. Укрупнения и ракурсы в последовательности монтажных кадров снимаются сюжетно и эмоционально согласованными. Перспективные соотношения в изображениях изменяются в соответствии со зрительным восприятием, а съемкой длиннофокусным объективом имитируется «внимательный взгляд» издали. Съемка широкоугольным объективом имитирует ознакомительный обзор окружающего пространства.

5. Временной ритм изменения перспективы и ракурса в последовательных монтажных кадрах стал специфическим средством кинематографической композиции. Многие фрагменты, снимаются с ускоренным или с замедленным движением камеры, и с обязательной остановкой движущихся кадров для создания динамичных акцентов.

6. Остановкой кадра после стремительного укрупнения или замедления в панорамировании и масштабировании создаются пространственно-временные акценты — «контрапункты» на новых лицах и в кульминационные моменты действия.

Цветовые изобразительные характеристики

1. Для описания цветовоспроизведения в художественных произведениях широко используются такие термины, как «цветовая гармония», «гамма цветов», «колорит». В нашем сознании они ассоциируются с естественными природными цветовыми сочетаниями.

2. Гармония означает связь, стройность, соразмерность компонентов, их слияние в единое целое. В эстетике гармония — признак прекрасного. В музыке гармония — выразительное средство объединения различных (по окраске) тонов в последовательность созвучий.

3. В изобразительном искусстве гармония цветов — это соответствие цветовых сочетаний конкретному освещению, состоянию воздушной и предметной среды.

Цветовая гармония в большинстве ситуаций соответствует гамме естественных цветовых тонов. Например, гармоничной нам представляется гамма утренних розово-голубых тонов или гамма серо-фиолетовых тонов морозного дня. Цветовая гамма может быть «теплой», «холодной», «приглушенной», «ахроматичной» и т. д.

4. Колорит — зрительное ощущение единства цветовых контрастов и цветовых сочетаний, зависящее не только от условий освещения, но также от зрительного восприятия, эмоционального состояния и изобразительных целей автора.

5. В реалистической живописи колорит ассоциируется с «памятными» зрительными образами и сопутствующими эмоциональными ощущениями, например, увядания природы, одиночества или радости.

6. В киноизображении колорит определяется:
- выбранной совокупностью предметных окрасок;
- цвето-теневым освещением и цветностью небосвода;
- «валером» — воздушной средой, смягчающей контрасты и объединяющий цвета в единую гамму обусловленных цветов, например, солнечным освещением.

7. Естественный колорит изображаемого объекта зависит не только от самого объекта, но также от окружающей среды и изменяющегося освещения, соответственно влияющего на зрительное восприятие. «Изобразительный колорит» закладывается в съемочном процессе, а завершается цветовой коррекцией при печати позитива. При этом возникает задача компенсации разницы зрительного восприятия в условиях кинопоказа и рассматривания снимаемого объекта.

8. Колорит — это субъективная, художественная характеристика изображения. Поэтому возможны любые трансформации естественных цветовых сочетаний, в том числе с нарушением цветовой гармонии. Такие

нарушения, так же как абстрактные и традиционно национальные гаммы цветов, широко используются в изобразительных целях.

Естественный и изобразительный колорит

1. Естественный колорит — обобщенное зрительное представление о совокупности цветовых контрастов, видимых в рассматриваемом объекте при конкретном натурном освещении.

Естественный колорит обусловлен, с одной стороны, объективными причинами (совокупностью окрасок, цвето-теневыми контрастами, воздушной дымкой), а с другой стороны, закономерностями зрительного восприятия. Прежде всего неполной адаптацией зрения на пониженную или повышенную освещенность.

2. Весь путь от естественного колорита к изобразительному колориту можно разделить на четыре этапа.

3. *Первый этап* — съемка с нормальной экспозицией без какой-либо корректировки цветового баланса освещения съемочными светофильтрами. Таким образом частично реализуется имитация зрительного восприятия с понижением контрастности по одному или двум светочувствительным слоям.

4. *Второй этап* — съемка с имитацией эффекта неполной адаптации с повышеннной зачерненностью цветовых тонов в «тенях». Например, съемка с частичной недодержкой способствует получению изображения в темной тональности с соответствующим понижением освещенности объекта. Однако повышение зачернения в кинопленке со значительной ахроматизацией цветовых тонов ограничено необходимостью иметь достаточный контраст для получения на экране как белых, так и черных тонов, видимых в большинстве ситуаций.

5. *Третий этап*, как и первые два,— съемочный. Он предусматривает перераспределение в объекте цветного освещения и создание яркостных и цветовых акцентов на сюжетно-важных персонажах. При этом цветовой подсветкой усиливаются одновременные цветовые и яркостные контрасты в соответствии с их зрительным восприятием.

6. *Четвертый этап*, заключительный,— цветовая коррекция при печати позитивного изображения. Именно на этом этапе осуществляется «выравнивание» цветовой тональности во всей последовательности монтажных кадров, составляющих эпизод. В результате достигается максимально возможное приближение к желаемому изобразительному колориту.

7. Благодаря коррекции экспозиционных условий печати зрительные впечатления при кинопросмотре удается в значительной мере приблизить к впечатлениям, полученным в условиях конкретного натурного освещения. Получаемое цветовое согласование в последовательности разномасштабных планов сопоставимо с тем, которое достигается художником в разноудаленных фрагментах картины.

8. Изобразительный колорит, как следует из сказанного, основывается на естественном колорите снимаемого объекта, но дополняется

сюжетно обусловленным усилением цветовых и яркостных акцентов на сюжетно-важных персонажах. Цветовые акценты предопределяются авторским взглядом на изображаемые объекты, события и действия.

Свето-контрастное регулирование

1. Цветной кинематографический процесс в отличие от телевизионного является негативно-позитивным. Это дает возможность целенаправленно использовать нижние криволинейные участки характеристических кривых обеих пленок.

При съемке на негативную пленку снижается контрастность в «тенях» объекта, а при печати позитива снижается контрастность деталей в «светах» объекта.

2. Благодаря раздельной компрессии тонов при съемке и при копировании удается достичь повышенной контрастности деталей в сюжетно-важном интервале яркостей.

3. Благодаря снижению контрастности тонов в «светах» и в «тенях» удается вполне удовлетворительно изобразить всевозможные по контрасту объекты в ограниченном интервале плотностей позитивного изображения (1,80 Б). При этом удается сохранить как белые, так и достаточно черные тона, которые всегда видимы в разноплановых оригиналах (хотя бы в контурах и бликах).

4. Для достижения удовлетворительной четкости изображения произведение коэффициентов контрастности негативной и позитивной пленки увеличивается примерно в 1,5–2 раза по сравнению с рекомендованным правилом Гольдберга ($\gamma_{II} \cdot \gamma_{II} = 1$). Такое повышение контрастности требуется по двум причинам: во-первых, для повышения четкости мелких деталей, во-вторых, для компенсации потери общего контраста, происходящей вследствие использования плотностей, относящихся к малоконтрастным участкам характеристических кривых.

5. При съемке высококонтрастных объектов для снижения общего контраста применяются понижающие контрастность структурные светофильтры типа Low Contrast или Blak Dot. Каждый тип таких фильтров выпускается в трех и пяти вариантах. Это позволяет находить ту триаду светофильтров, которая наиболее подходит к крупным, средним и общим планам и требуемому среднему уровню смягчения совокупности разномасштабных изображений.

6. При киносъемке на негативную кинопленку надо стараться держать цветовой баланс в «тенях», т. к. цветовой баланс в «светах» обеспечивается при копировании. В видеосъемке приходится уже при съемке обеспечивать цветовой баланс в «светах» и в «тенях», т. к. цветовая коррекция при видеокопировании не проводится. Поэтому в теле- и видеокамерах необходимо автоматическое однотипное управление экспонированием и цветовым балансом.

Цветовое ощущение и цветовой стимул

1. Цвет — это один из объективных признаков реальных предметов, точнее, их окраски. Цвета предметов познаются в зрительном сравнении. В нашей памяти цвета запоминаются в виде осознанного зрительного ощущения, достаточно устойчивого для привычных предметов.

2. Ощущение цвета возникает вследствие воздействия на глаз «цветовых стимулов» — световых излучений, различающихся по спектральному составу. Ощущение цвета может возникать от давления на глаз, а также по ассоциации с другими ощущениями, например звуковыми. Но во всех случаях зрительное ощущение цвета ассоциируются с ранее полученным из привычной окружающей среды.

3. Большинство цветов мы называем по окраске фруктов и цветов, например: вишневый, розовый и т. д. Даже цвета излучений мы называем по окраске: например, «кроваво-красный» диск солнца. Исключение составляет лишь голубой цвет небосвода, но и его оттенки на большой высоте мы называем по цвету фиалок.

4. В процессе эволюции у человека выработалась психофизиологическая способность делать поправку на освещение и узнавать предметы по их окраске при различном освещении. Это свойство зрительного восприятия называется «константностью цвета» или «принадлежностью цвета» рассматриваемым предметам.

5. Цветное зрение трехцветно в том смысле, что любой цвет может быть воспроизведен, например, на экране телевизора смесью синего, зеленого и красного излучений. Однако трехцветное зрение осуществляется лишь на центральном очень небольшом участке сетчатки, где отсутствуют палочковые рецепторы (2^0). В поле ясного цветного зрения цветовые ощущения формируются с участием палочковых рецепторов. Поэтому в реальных объектах глубокие тени мы видим ахроматичными.

6. Нормальным для зрительного восприятия является 35^0-й угол, соответствующий полю «ясного цветного зрения». За его пределами цветовые контрасты мы видим сниженными, а черно-белые контрасты — усиленными. Благодаря палочковым рецепторам изображение оказывается четырехцветным с преимущественным зачернением цветов не только в тенях, но и на краях поля зрения. Это особенно заметно при слабом освещении в помещениях, а на натуре при сумеречном освещении.

7. В повседневной деятельности цвета предметов и источников света мы различаем по трем субъективным признакам (атрибутам): цветовому тону, насыщенности цвета и светлоте.

- Цветовой тон в нашем сознании связан с типом красителя.
- Насыщенность связана с концентрацией красителя.
- Светлота связана с различным освещением деталей, а в живописи — с разбеливанием или зачернением красок.

8. В колориметрии субъективным признакам ставятся в соответствие объективные характеристики: доминирующая длина волны, колориметрическая чистота и коэффициент яркости.

Физиологические основы цветного зрения

1. Палочковые рецепторы, создающие ощущение градации черно-белых тонов, имеют высокую чувствительность в сине-зеленой зоне спектра (как черно-белые ортохроматические пленки). Палочки располагаются в основном на периферии сетчатки за плотным слоем прозрачных нервных волокон, образующих линзо-растровую сетку. «Палочково-сумеречное» зрение, хотя и высокочувствительно, но имеет невысокую разрешающую способность, позволяющую отслеживать боковым зрением перемещение крупных объектов.

2. Колбочковые рецепторы различаются по спектральной чувствительности. В синей, зеленой и красной зонах спектра они имеют максимальную светочувствительность в длинах волн 435, 570 и 600 нм. Волны 490 и 550 нм соответствуют резкому изменению цветового тона, поскольку являются линиями пересечения спектральной чувствительности приемников. Ощущение постоянства цветового тона при изменении яркости освещения сохраняется в длинах волн: 474, 506 и 571 нм.

3. При высокой освещенности реакция колбочковых рецепторов снижает реакцию палочек, поэтому возникает ощущение повышения насыщенности и чистоты цветов, При снижении освещенности возникает ощущение зачернения тонов. Сначала зачерняются красные, оранжевые, затем зеленые тона. Таким образом, адаптация (приспособление) зрения к уменьшению освещения сопровождается зачернением цветного зрительного образа, наиболее заметным при сумеречном освещении.

4. Глаз не полностью адаптируется на изменение освещенности даже в течение съемочного дня, например, уменьшение насыщенности цветов заметно при изменении облачности.

5. Эффекты неполной адаптации зрения, так же как сопутствующие эффекты одновременно яркостного и цветового контрастов, широко используются в живописи при изображении натурных сцен.

6. Реакцию колбочковых рецепторов на различные по цвету излучения можно сопоставить с их фотографической регистрацией тремя светочувствительными слоями цветной кинопленки. В обеих системах градационные свойства выражаются одинаково — характеристическими кривыми, показывающими зависимость ощущения и фотоэффектов от логарифмированных значений действующего излучения.

7. Прямо пропорциональная зависимость зрительного ощущения от логарифма яркости называется законом Вебера-Фехнера. Такая зависимость характерна для всех видов ощущений (зрительных, слуховых, осязательных, температурных, весовых).

8. Зрительное ощущение повышения насыщенности на яркоосвещенных участках сопоставимо с цветофотографическим эффектом межслойного проявления, когда повышенная реакция в одном слое тормозит реакцию в двух других слоях.

В результате возникает усиление цветовых контрастов близкорасположенных разноцветных участков.

Цветные эффекты

1. Наше зрение приспосабливается — адаптируется к яркости и цветности освещения. Это позволяет распознавать окраску предметов при изменениях освещенности.

2. Адаптационные процессы разделяются по скорости зрительных реакций на три вида.

- Самая быстрая, «мгновенная» реакция на вспышки света осуществляется закрытием век и уменьшением диаметра зрачков. Эта адаптация одновременна для обоих глаз.
- Самая медленная адаптация — «темновая». Она происходит при переходе из светлого помещения в темное. Несколько быстрее осуществляется «световая» адаптация при переходе из темного помещения на дневной свет. В обоих случаях изменяется концентрация светопоглощающего пигмента в сетчатке глаза, выполняющего роль серого светофильтра.
- Средняя по скорости «местная» адаптация происходит в результате перемещения взора с более темных участков на менее темные, а также в обратном направлении. Происходит усиление «одновременных контрастов», т. е. кажущееся увеличение цветовых различий в участках расположенных рядом.

3. Одновременный цветовой контраст проявляется главным образом в усилении яркостного различия. Рядом со светлым участком темный выглядит еще темнее и наоборот.

4. Цветовой одновременный контраст проявляется в том, что рядом с участком красного тона светлые участки получают дополнительный голубой оттенок. И, наоборот, на белом участке, расположенном рядом с желтым участком, можно видеть фиолетовый оттенок.

5. Эффекты одновременного контраста возрастают от пристальности взгляда. Чем пристальнее (неподвижнее) взор и чем он длительнее, тем в большей мере осуществляется взаимное влияние разноцветных рецепторов, тем четче краевой эффект, тем больше яркость и насыщенность цвета.

6. Зрительные различия цветов при повышении освещенности увеличиваются. Это выражается увеличением количества различных градаций тона.

При высокой освещенности можно различить:

- по цветовому тону — до 150 цветов;
- по насыщенности — до 25 ступеней каждого тона;
- по светлоте — до 40 ахроматических и до 10 хроматических тонов.

7. Физиологический процесс, лежащий в основе одновременного контраста, подобен усилению взаимного влияния слоев при цветном проявлении кинопленки. Отличается тем, что он четырехцветный и усиливается на внимательно рассматриваемом участке.

Колбочковые рецепторы на яркоосвещенных участках в большей мере тормозят реакцию палочковых рецепторов. Поэтому при высокой освещенности цвета в «светах» мы видим не только более насыщенными, но и более яркими, а при снижении освещенности в «тенях» — более зачерненными.

Субтрактивный синтез цветных изображений

1. Существуют два физических различных способа воспроизведения цветных изображений: аддитивный (осуществляется суммированием излучений) и субтрактивный (осуществляется вычитанием цветных излучений прозрачными или непрозрачными красками).

2. Аддитивный (трехцветный — R ,G ,B) синтез применяется в цветном телевидении и в компьютерной технике. Субтрактивный синтез применяется в цветной кинематографии (трехкрасочный), в полиграфии (четырехкрасочный) и в живописи (многокрасочный). Основными цветами субтрактивного синтеза являются желтый, пурпурный и голубой.

3. Повышение концентрация желтого красителя увеличивает поглощение синего света. Повышение концентрации пурпурного и голубого красителей повышает поглощение соответственно зеленого и красного света. Изменение зонального поглощения света характеризуется величиной цветоделенной плотности (D_c, $D_з$, $D_к$).

4. Градационные свойства цветных кинопленок графически выражаются характеристическими кривыми, показывающими зависимость цветоделенных плотностей от логарифма количества освещения. Зрительное ощущение светлоты аналогично выражается логарифмическими функциями коэффициента яркости.

5. Пурпурный и голубой красители «загрязняются» побочными спектральными поглощениями, имеющимися у этих красителей в соседних спектральных зонах ($D_c^{ж}$, $D_c^{г}$, $D_з^{г}$). Например, пурпурные цвета «загрязняются» побочной желтой окраской этого красителя ($D_c^{ж}$), поэтому они выглядят красно-пурпурными. Красные цвета приобретают коричнево-оранжевый оттенок. Голубые цвета вследствие побочного поглощения в синей и зеленой зонах становятся более синими. Эти искажения типичны для любого негативно-позитивного процесса.

6. Для уменьшения цветовых искажений, вызванных побочными поглощениями красителей, в негативные пленки вводятся краскообразующие компоненты, имеющие первичную окраску. Компонента, образующая пурпурный краситель, имеет первичную желтую окраску, а компонента, образующая голубой краситель — желто-розовую.

После фотографического проявления к негативному пурпурному изображению, образующемуся в зеленочувствительном слое, прибавляются позитивные «маскирующие» изображения из оставшейся в этом слое первичной желтой окраски. В красночувствительном слое к проявленному голубому изображению добавляется позитивное изображение из оставшейся розово-желтой первичной окраски.

В результате оптического сложения маскируемых негативных изображений позитивными масками вредные побочные поглощения опти-

чески компенсируются. Возникающая при этом цветная масковая вуаль, экспозиционно устраняется при печати позитивного изображения.

Аддитивный синтез цвета

1. Аддитивный синтез цвета осуществляется сложением трех излучений синего, зеленого и красного цвета в разной пропорции. Цвета, которыми в изображении воспроизводятся цвета разноокрашенных предметов называются «основными» (**R, G, B**). Коэффициенты пропорциональности (R, G, B) называются основными координатами характеризуемого цвета F:

$$F = \mathbf{R}R + \mathbf{G}G + \mathbf{B}B.$$

2. В телевидении основными цветами являются цвета люминофоров телевизионного экрана ($\mathbf{R_т}$, $\mathbf{G_т}$, $\mathbf{B_т}$).

3. В колориметрии стандартизованы три основные системы цветов. В первой из них тремя основными цветами являются спектральные цвета монохромных излучений [700; 546,1; 535,8 нм]. В двух других системах XYZ и UVW — основные цвета (**X, Y, Z**) и (**U, V, W**) являются условными. Они выбраны так, что для всего множества реальных цветов цветовые координаты имеют только положительные значения.

4. Система XYZ построена так, что одна из координат, а именно Y — представляет коэффициент яркости излучения. Эта система удобна тем, что независимо от яркости излучения Y характеризуется цветовым тоном и насыщенностью. Значения этих коэффициентов получаются делением цветовых координат на модуль цвета, определяемый суммой всех трех цветовых координат:

$$x = X/(X + Y + Z);\ y = Y/(X + Y + Z).$$

5. Система XYZ позволяет наглядно представить цветность излучений в прямоугольном графике. В центре располагается «точка» ахроматичных тонов. С помощью этого цветового графика легко осуществляется переход от колориметрических величин к привычным зрительным характеристикам цвета — цветовому тону и насыщенности цвета.

- Цветовой тон определяется «доминирующей» длиной волны того монохроматического излучения, которое в смеси с белым излучением позволяет воспроизвести цветность заданного цвета F.
- Насыщенность цвета характеризуется «чистотой цвета». Значение этой величины определяется относительным количеством монохроматического излучения к сумме этого излучения с белым.

6. Светлота в системе XYZ приблизительно характеризуется коэффициентом яркости Y. Более точно зрительное субъективное ощущение яркости (светлота) выражается логарифмированными значениями коэффициента яркости (lgY) или степенной функцией этой величины:

$$L = 25(100Y/Y_O)^{1/3} - 16.$$

Логарифмическая функция позволяет равноконтрастно выражать зрительное ощущение цветоделенных яркостей (lgR, lgG, lgB):

$V_i/5 = lgR = 2 + lgR/100 = 2 - D_i$, i = r, g, b, в интервале от 0,05 до 2,00 Б.

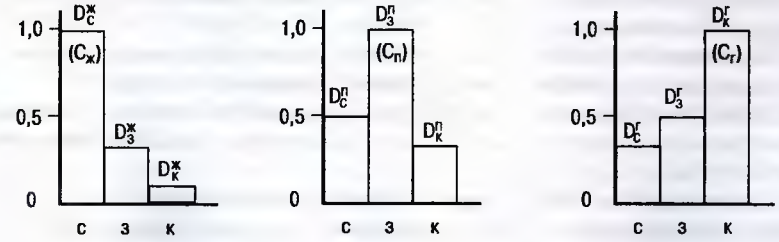
Количественное представление цветов

1. Система XYZ широко используется для стандартизации цвета излучений, в частности, цвета люминофоров цветного телевидения. Графики цветности позволяют наглядно обозначить цвета излучений и количественно характеризовать их цветовой тон и чистоту цвета.

2. Однако система XYZ не приспособлена для характеристики цвета окрасок, т. к. коэффициент яркости не дает представления о зачерненности красок. Кроме того, насыщенность цвета окраски тесно связана со светлотой. Чем насыщеннее цвет (вследствие сужения зоны спектрального отражения), тем меньше его светлота. Вместе с тем зрительно изменение светлоты более заметно, чем изменение насыщенности.

3. Для более точного представления цвета окрасок применяется колориметрическая системы CELab. Значение светлоты L в этой системе определяется степенным преобразованием с показателем степени (1/3). Кроме того, цветоразностные коэффициенты (a) и (b) тоже вычисляются с этим показателем степени.

4. В кинематографии цвета окрасок обозначаются в соответствии со зрительным восприятием тремя цветоделенными (зональными) плотностями. Денситометрические измерения позволяют наиболее просто и наглядно описать цветофотографические преобразования и определить пути оптимального цветового маскирования.



5. Субтрактивные координаты $C_ж$, $C_п$ и $C_г$ представляют количества красителей «полезными плотностями» $D^ж_с$, $D^п_з$ и $D^г_к$, измеренными в зоне максимального спектрального поглощения каждого красителя. С помощью «зональных плотностей» D = ($D_с$, $D_з$, $D_к$) удается компактно записать градационные и цветовые преобразования для последовательных негативного и позитивного процессов.

$$C_п = C_{по} - [\gamma_п][D^j_i]C_п;\ C_п = C_{по} - [\gamma_п][D^j_{нi}]Co,$$

где $[\gamma_п]$ и $[\gamma_п]$ — коэффициенты контрастности трех слоев позитивной и негативной кинопленок; $[D^j_i]$ и $[D^j_{ni}]$ — квадратные матрицы, представляющие полезные и побочные спектральные поглощения красителей.

6. Выражение цветов значениями трех цветоделенных зональных плотностей позволяет определить зачерненность цветов путем вычисления минимальной цветоделенной плотности из трех, измеренных на характеризуемом участке:

$\min(D_c, D_з, D_к)$; для $\min(0{,}50; 0{,}30; 0{,}70) = 0{,}30$ ($D_з$).

Цветность характеризуемого участка определяется разностью каждой из трех зональных плотнотей с минимальным ее значением в измеренной сумме: D — minD = (0,20 0 0,50).

Обозначение цветности приводится в цветовом круге, разделенном на три сектора линиями цветоделенных плотностей (D_c, $D_з$, $D_к$). Этот круг зональных плотностей соответствует цветовому кругу, используемому в телекамерах для обозначенич корректируемых по плотности тонов.

Классификация цвета окрасок

1. Для классификации цветов по их наименованию и буквенному обозначению применяются наборы эталонных окрасок (цветовые атласы). Эталонные окраски изготавливаются так, чтобы их можно было разместить рядом с окрашенным предметом. Это позволяет визуальным сравнением однозначно обозначать цвет предмета по эталону при любом освещении и на любом заданном фоне.

2. Для классификации цветов по накраскам используются атлас равноконтрастных накрасок Манселла. Он включает 10 основных и 10 дополнительных цветов (и много промежуточных). Другой комплект накрасок германского стандарта ДИН изготавливается по системе Оствальда, т. е. дозированным разбеливанием и зачернением 24 тонов, которые подразделяются на 8 или 6 пар дополнительных цветов.

3. Во многих областях производства готовят шкалы цветового охвата из тканей, стекла и других материалов.

4. В аддитивном синтезе «дополнительными» цветами называются цвета излучений, которые при смешении дают белый цвет.

5. В субтрактивном синтезе «дополнительными» цветами называют цвета красок, которые при смешении создают серые тона, например, три пары (ж * с); (п * з); (к * з).

6. Ниже представлен расширенный ряд дополнительных цветов для окрасок, обозначенных по равноконтрастной системе Максвелла (с цифрой 5). В этот ряд также включены дополнительные цвета монохроматических излучений с указанием длины волн.

Холодные тона	Обоз-ние	Длина волны, нм	Теплые тона	Обоз-ние	Длина волны, нм
Сине-фиолетовый	5PB	437	Желтый	5Y	575
Синий[1]	5B	454–471	Желто-красные[1]	5YR	592–620
Сине-зеленый	5BG	488	Красный	5R	627
Зелено-голубой	bG	505	Красно-пурпурный[2]	pR	498"
Зеленый	5G	522	Пурпурно-красный[1]	5RP	528"–498"
Зелено-желтый[1]	5YG	540–557	Пурпурный[1]	5P	528"–563"

[1] На один тон окраски приходится два тона излучений.
[2] В том числе розовый.

7. Цвета излучений различаются «подробнее» и точнее, чем цвета окрасок. Это объясняется тем, что излучения не имеют побочных спектральных поглощений, которые имеются у окрасок. Поэтому некоторые единые по насыщенности цвета окрасок включают по два спектральных тона.

Примечательно, что длины волн, соответствующие равноконтрастному ряду окрасок, изменяются в видимом спектре через 17–18 нм.

Разрешающая способность зрения

1. Разрешающая способность зрительного процесса определяется тремя факторами: разрешающей способностью сетчатки, разрешающей способностью оптической системы глаза и обработкой зрительных электрических сигналов в нервной системе сетчатки.

Разрешающая способность оптической системы глаза значительно хуже, чем у объективов. Но благодаря обработке сигналов в сетчатке глаза она оказывается выше. Повышение разрешающей способности достигается благодаря движению глаза и растровому строению сетчатки (в которой рецепторы обращены светочувствительными концами в противоположную сторону от падающего света).

2. Колбочки плотно расположенные в центре сетчатки обеспечивают четкое цветное зрение. Диаметр колбочек в центре около 2 мкм, что соответствует 1/2 угловой минуты. С удалением от центра сетчатки диаметр колбочек и расстояние между ними возрастают в 1,5–2 раза.

3. За пределами двух градусов появляются палочковые рецепоры, обеспечивающие черно-белое видение. Они тоньше колбочек, их количество быстро возрастает. При слабом освещении они объединяются в зоны суммации, что дополнительно повышает светочувствительность и делает заметными перемещения персонажей за пределами зоны цветного видения.

4. Глаз совершает три движения: саккады, дрейфы, тремор.

- *Саккады* — целенаправленные скачкообразные перемещения взора (2–3 раза в секунду) по характерным деталям рассматриваемого объекта, а также быстрое возвратное движение к точке фокусировки взора после медленного дрейфа. Протяженность возврата саккад меняется от 5 до 15 угловых минут в зависимости от пристальности взгляда.
- *Дрейф* — это медленное, почти прямолинейное смещение оптического изображения по сетчатке в промежутках между саккадами. Это смещение в совокупности с тремором обеспечивает фазовое кодирование цветов в течение полупериода тремора. Протяженность дрейфа, примерно, такая же как у возвратных саккад, а длительность около одной пятой секунды (0,2 с).
- *Тремор* (дрожание) — колебательные, синусоидальные движения оптического изображения при частоте 50(48) Гц с размахом, близким к расстоянию между рецепторами.

5. Благодаря тремору и «линзово-растровому» строению сетчатки осуществляется импульсное и фазовое кодировние сигналов.

Благодаря тремору передается информация об изменении цвета мелких деталей, а благодаря саккадам меняется функция контрастной чувствительности глаза, определяющая цвета крупных деталей. В кинопленке контрастность однозначно задается характеристическими кривыми.

6. В результате перемещения оптического изображения по сетчатке глаза зрительные сигналы дискретизируются примерно так же, как в телевидении. На протяжении одного дрейфа (1/5 с) на 5 угловых минут в каждой из двух строк, расположенных по линии дрейфа возникает по 10 отсчетов цветоразностных сигналов (R/S, B/S, G/S). Через 1/50 с они чередуются с одновременно возникающими отсчетами суммарных сигналов S, которые формируются суммой реакции рядом расположенных рецепторов.

7. Частота появления суммарных сигналов по линии дрейфа оказывается в 2 раза выше цветоразностных сигналов (примерно как в стандарте цветного ТВ [4:2:2]). При отклонении контура от линии дрейфа значения цветоразностных сигналов уменьшаются. Благодаря этому контуры по направлению дрейфа попеременно просматриваются в разных направлениях.

8. Фовеальный участок, содержащий преимущественно колбочковые рецепторы (25 000), соответствует «зрительной матрице» размером 80x80 угловых минут. Матрица по строкам содержит примерно по 160 колбочек, создающих «отсчеты»: для суммарного сигнала S через 1/100 с, а для цветоразностных сигналов через 1/50 с.

Изобразительные значения четкости

1. Повышение четкости фотографического изображения мелких деталей имеет двоякое изобразительное зеначение.

Во-первых, расширяется цветовое многообразие — мы видим мелкие цветные детали без пространственного смещения цветов, лучше различается структура поверхности.

Во-вторых, повышается контрастность, подчеркивается предметность изображения, устраняется «ватность».

2. В распознавании контуров значительную роль играют эффекты одновременного и краевого контрастов: рядом со светлым участком мы отчетливо видим черную кайму (полосы Маха), а на темной стороне светлую кайму. Краевым эффектом объясняется особая заметность бликов.

3. При свето-теневом освещении создается протяженная граница светотени, повышается четкость мелких цветных деталей, создается ощущение пластичности с гладкими и шероховатыми участками в портретных изображениях.

4. Потеря четкости изображения наглядно проявляется при многократном фотографическом копировании в виде локализации светлых и темных участков, «рваности» изображения.

ВГИК

ВСЕРОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ КИНЕМАТОГРАФИИ ИМЕНИ С.А.ГЕРАСИМОВА

ВСЕРОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ КИНЕМАТОГРАФИИ ИМЕНИ С. А. ГЕРАСИМОВА — старейшая в мире и одна из крупнейших киношкол современности. ВГИК готовит высокопрофессиональных специалистов кино, телевидения и других экранных искусств на факультетах:

- режиссерский
- актерский
- сценарно-киноведческий
- кинооператорский
- художественный
- экономический

Институт располагает учебной студией, имеющей четыре больших павильона, укомплектованных необходимой техникой.
ВГИК является полноправным членом Международной Ассоциации киношкол (СИЛЕКТ), участником многих международных кинофестивалей и смотров.

129226, РОССИЯ, Москва
ул. Вильгельма Пика, дом 3
Тел. (095) 181-0684
Факс (095) 187-7174
E-mail: vgik@mail.cnt.ru
Internet: www.vgik.ru

6

Цветные кинопленки и технологические процессы

Хранение кинопленок и экспонированных негативов ---------- 6.2
Характеристики цветных кинопленок ---------- 6.5
Маскированные цветные негативные кинопленки ---------- 6.5
Цветоделительные и градационные характеристики негативных кинопленок ------ 6.7
Проявление цветных кинопленок ---------- 6.8
Сквозной контроль фотографических процессов ---------- 6.12
Технологические схемы копирования фильмов ---------- 6.13
Параметры кинопроекции ---------- 6.17
Рекомендуемая яркость экрана ---------- 6.18
Перечень фильмовых материалов ---------- 6.19
Технологические операции кинопроизводственного процесса ---------- 6.21
Киносъемка с видеозаписью изображения ---------- 6.22
Аппаратура для звукозаписи ---------- 6.23

Хранение кинопленок и экспонированных негативов

1. Неэкспонированную пленку рекомендуется хранить в стандартной упаковке в холодном и сухом помещении, по возможности в холодильных камерах или рефрижераторах.

Если срок хранения при температуре не выше +13 °С не превышает трех месяцев, фирмы-изготовители гарантируют неизменность фотографических свойств неэкспонированной пленки. При более длительном хранении при плюсовой температуре возможно некоторое увеличение вуали, не влияющей на изобразительные свойства пленки.

При хранении пленки при температуре от −18 до −23 °С ее фотографические свойства остаются неизменными в течение 12 месяцев.

2. Во избежание конденсации влаги на эмульсионной стороне при перемещении коробок с пленкой из хранилища или холодильника в рабочее помещение рекомендуется не распаковывать коробки, а выдержать пленку до выравнивания температур. Продолжительность выдерживания зависит от разности температур и влажности в рабочем помещении.

Разность температур, °С	15		50	
Влажность, %	70	90	70	90
	Продолжительность выдержки, ч			
Отдельная коробка	1,5	3	3	5
Упаковка из 10 коробок	12	28	30	46

3. Перед съемкой на натуре в холодную или жаркую погоду заряженную в кассеты неэкспонированную пленку рекомендуется выдерживать так же, как пленку в коробках — до выравнивания температур. В противном случае может произойти конденсация влаги с последующим появлением на эмульсионной стороне пленки капелек воды, а на изображении — их контуров.

4. После окончания съемок экспонированную кинопленку рекомендуется проявлять по-возможности без длительной задержки. Хранить экспонированную пленку следует в прохладном сухом месте, лучше — в холодильнике.

При транспортировке неэкспонированной кинопленки следует избегать радиоактивного облучения.

5. Чтобы исключить выцветание красителей, которое возможно при повышенных влажности и температуре, а также образования на эмульсионной стороне плесени, обработанная пленка должна храниться при температуре не выше +20 °С. Наилучшие условия хранения — температура ниже 10 °С, относительная влажность до 40–50%.

7. Для длительного (архивного) хранения фильмов печатаются комплекты трех цветоделенных черно-белых изображений. Выкопировки проводятся с цветных негативов или позитивов через синий, зеленый и красный светофильтры на черно-белую изопанхроматическую пленку средней контрастности.

Таблица 6.1. **Цветные негативные кинопленки**

Наименование	Обозначение		Свет ламп накаливания		Дневной свет		Краевой код
	35-мм	16-мм	EI	с/ф	EI	с/ф	
Eastman EXR 50D Color Negative	5245	7245	12[1]	80A	50	–	K
Eastman EXR 100T Color Negative	5248	7248	100	–	64[1]	85	–
Eastman EXR 200T Color Negative	5293	7293	200	–	125[1]	85	L
Eastman EXR 250D Color High Speed	5297	7297	64[1]	80A	250	–	297
Kodak Vision 800T Color Negative	5289	–	800	–	500	85A	–
Kodak Vision 500T Color Negative	5298	7298	500	–	320[1]	85	U
Kodak Vision 320T Color Negative	5277	7277	320	–	200[1]	85	U
Kodak Vision 200T Color Negative	5274	7274	200	–	125	85	Z
Kodak Vision 250D Color Negative	5246	7246	64	80A	250	–	I
Primetime 640T Color Negative	5620	7620	640	–	400	85	–
Fujicolor Negative F64D	8521	8621	16	80A	64	–	N21
Fujicolor Negative F125	8531	8631	125	–	80[1]	85	N31
Fujicolor Negative F250	8551	8651	250	–	160[1]	85	N51
Fujicolor Negative F250D	8561	8661	64[1]	80A	250	–	N61
Fujicolor Negative F500	8571	8671	500	–	320[1]	85	N71
Agfa XT 100	XT 100	–	100	–	64	85	N
Agfa XTR 250	XTR 250	–	250	–	160	85	F
Agfa XTS 400	XTS 400	–	400	–	320	85	S
Свема ДС 5М	ДС 5М	–	10[1]	80A	40[3]	–	–
Тасма ДС 5М	ДС 5М	–	10[1]	80A	–	–	–
Свема ЛН 9	ЛН 9	–	95[2]	–	60[1]	85	–

[1] При использовании желтого светофильтра Kodak Wratten 85 экспозиционный индекс снижается в 1,6 раза, что требует увеличения экспозиции на 2/3 деления диафрагмы. При использовании сине-голубого светофильтра Kodak Wratten 80A экспозиционный индекс снижается в 4 раза, что требует увеличения экспозиции на два деления диафрагмы.
[2] Соответствует 100 ед. ГОСТа.
[3] Соответствует 45 ед. ГОСТа.

Таблица 6.2. **Цветные обращаемые кинопленки**

Наименование	Обозначение		Свет ламп накаливания		Дневной свет		Краевой код
	35-мм	16-мм	EI	с/ф	EI	с/ф	
Ektachrome Video News (D)	5239	7239	40[1]	80A	160	–	VND (VND)
Ektachrome Video News (T)	5240	7240	125	–	80[1]	80B	VNF (VNF)
Ektachrome Video News (T) Film High Speed	5250	7250	400	–	250[1]	85B	VNX (VNX)
Ektachrome Video News (D) Film High Speed	5251	7251	100[1]	80A	400	–	VXD (VNF)
Fujicolor Reversal TV RT 125 (T)	8427	–	125	–	80[1]	85	6 (VNF)
Fujicolor Reversal TV RT 500 (T)	8428	–	500	–	320[1]	85	8 (VNF)
Gevachrome S[3]	700	–	80	–	50[1]	85B	–
Gevachrome (T)[3]	710	–	125	–	64[1]	85B	–
Gevachrome (D)[3]	720	–	32[1]	80A	125	–	–
Тасма ЦОТ-90D[4]	ЦОТ-90D	–	20[1]	80A	80[2]	–	–
Свема ЦОТ-90ЛН[4]	ЦОТ-90ЛН	–	80[2]	–	50[1]	85	–

[1] См. примечание к табл. 6.1.
[2] Соответствует 90 ед. ГОСТа.
[3] Процесс Gevachrome II.
[4] Холодная проявка.

Таблица 6.3. **Черно-белые негативные кинопленки**

Наименование	Обозначение		Свет ламп накаливания		Дневной свет		Краевой код
	35-мм	16-мм	EI	с/ф	EI	с/ф	
Eastman Plus-X	5231	7231	64	–	80	–	H
Eastman Double-X	5222	7222	200	–	250	–	C
Eastman 4x	5224	7224	500	–	500	–	G
Fuji Superpanchromatic FG	71112	–	64	–	80	–	FN
Fuji Superpanchromatic FS	71141	72141	64	–	80	–	FS
Fuji Superpanchromatic HS	72251	72152	250	–	320	–	HN
Fuji Panchromatic RP	–	72161	64	–	80	–	N
Fuji Panchromatic FH	71181	72181	200	–	250	–	H

Характеристики цветных кинопленок

1. Цветные негативные и обращаемые кинопленки выпускаются нормированными по светочувствительности (характеристикой светочувствительности является экспозиционный индекс EI):
   - высокочувствительные — EI500; EI400; EI320;
   - средней чувствительности — EI250; EI200; EI160;
   - малочувствительные — EI125, EI100, EI80, EI64, EI50.

Различие между смежными кинопленками по светочувствительности — 1/3 деления диафрагмы.

2. Пленки одной группы отличаются по светочувствительности от пленок другой группы в два раза, т. е. на одно деление диафрагмы. Съемки на высокочувствительные пленки могут проводиться при освещенности в два раза меньшей, чем на пленки средней чувствительности.

3. В табл. 6.1–6.3 представлены цветные негативные и обращаемые кинопленки, изготовляемые ведущими иностранными фирмами и предприятиями стран СНГ. Для этих пленок указаны индексы светочувствительности, обеспечивающие при правильном экспонировании удовлетворительное цвето- и тоновоспроизведение.

Маскированные цветные негативные кинопленки

1. В светочувствительные слои цветных кинопленок вводятся компоненты двух типов: сенсибилизаторы, обеспечивающие раздельную регистрацию синих, зеленых и красных излучений, и краскообразующие компоненты, из которых в результате цветного проявления на экспонированных участках пленки получаются: в синечувствительном слое желтый краситель, в зеленочувствительном — пурпурный, и в красночувствительном — голубой.

2. Для улучшения цветовоспроизведения в слои цветных негативных кинопленок помимо неокрашенных краскообразующих компонент вводятся окрашенные (маскирующие) компоненты. В зеленочувствительный слой помимо бесцветной компоненты, из которой получается пурпурный краситель, вводится маскирующая желтоокрашенная компонента. В красночувствительном слое содержатся две компоненты, образующие голубой краситель: одна более чувствительная, немаскирующая, вторая менее чувствительная — маскирующая, которая имеет розовую окраску. После химико-фотографической обработки окрашенные компоненты остаются на неэкспонированных и слабо экспонированных участках и разрушаются на сильно экспонированных участках.

3. Из оставшихся неразрушенных окрашенных компонент образуются две окрашенные цветоисправляющие маски: желтая, маскирующая пурпурный краситель зеленочувствительного слоя, и розовая (или желтооранжевая) маска, корректирующая в красночувствительном слое голубой краситель. Чем больше контрастность цветных масок, тем точнее и полнее цветоисправление.

4. Применение маскирующих компонент приводит к тому, что при измерении на денситометре не экспонированного, но обработанного участка негатива для каждой зоны спектра получаем свое значение минимальной оптической плотности. Наибольшее значение получается в синей зоне (1,0 Б), несколько меньшее значение — в зеленой (0,6 Б), наименьшее — в красной (0,2 Б).

5. Высокочувствительные негативные кинопленки, предназначенные для съемок при слабом освещении, для более естественого воспроизведения цветовых соотношений, свойственных ночному и сумеречному освещению, делаются более контрастными.

6. В отличие от неокрашенных компонент цветные маскирующие компоненты снижают светочувствительность слоев. Поэтому в высокочувствительные негативные пленки вводится относительно меньшее количество маскирующих окрашенных компонент, благодаря чему их светочувствительность повышается, но эффект цветоисправления оказывается несколько меньшим, чем у пленок средней и малой чувствительности.

7. Цветные пленки средней чувствительности (например EI250) имеют большую концентрацию маскирующих компонент, по сравнению с высокочувствительными. Поэтому они требуют большую освещенность при экспонировании, но позволяют получать более чистые и насыщенные цвета.

8. Наличие в слоях пленок маскирующих и немаскирующих компонент по-разному влияющих на светочувствительность, позволяет в некоторой мере изменять цветовоспроизведение, а именно при снижении экспозиции добиваться бóльшего зачернения цветовых тонов в «тенях» изображаемых объектов.

9. Помимо сенсибилизаторов и краскообразующих (маскирующих и немаскирующих) компонент в светочувствительные слои цветных кинопленок вводятся добавки, усиливающие краевой эффект цветного проявления и эффект взаимного влияния слоев. Усиление краевого эффекта цветного проявления подчеркивает контуры, благодаря чему повышается четкость изображения. Усиление эффекта взаимного влияния слоев улучшает цветоделительное маскирование.

Цветоделительные и градационные характеристики негативных кинопленок

1. Цветоделительные характеристики негативных кинопленок экспериментально определяются копированием цветоделительных тестов, состоящих из комплекта шкал: черно-белой и трех цветных (желтой, пурпурной и голубой), сделанных выкопировкой на цветной позитивной кинопленке. Цветные шкалы вместе с серой контактно печатаются на негативную пленку. Полученные негативные изображения измеряются на денситометре за тремя светофильтрами.

2. По результатам измерения изображения каждой однокрасочной шкалы для каждого светофильтра определяются удельные цветоделенные плотности, выражающие прирост оптической плотности данного красителя на единицу прироста оптической плотности черно-белой шкалы. Эти значения записываются в квадратную матрицу, так называемую матрицу цветоделительных характеристик. Строки матрицы соответствуют синему, зеленому и красному светофильтрам, а столбцы — желтому, пурпурному и голубому красителям. Для наглядности данные выражаются в процентах.

3. Цветоделительные характеристики зависят от четырех факторов: спектральной светочувствительности слоев негативной пленки; эффекта взаимного влияния слоев, оказывающего маскирующее действие; спектрального поглощения красителей и контрастности маскирующих изображений (масок).

4. Контрастность масок возрастает с увеличением концентрации окрашенных компонент. Но так как окрашенные компоненты снижают чувствительность, то их концентрацию приходится ограничивать, не достигая полной компенсации побочных вредных поглощений.

5. Эффект улучшения цветовоспроизведения в зависимости от увеличения концентрации маскирующих компонент выражается относительным увеличением диагональных коэффициентов, отвечающих за воспроизведение чистых тонов, и относительным уменьшением недиагональных коэффициентов, показывающих относительное загрязнение красителей.

F-500

	ж	п	г
с	69	21	10
з	12	70	18
к	−05	08	97

F-250

	ж	п	г
с	77	14	09
з	12	78	10
к	−10	07	103

Полное маскирование

	ж	п	г
с	100	0	0
з	0	100	0
к	0	0	100

6. В цветных негативных кинопленках полного маскирования достичь не удается. В цветных дубль-негативных пленках, меньше требований к значениям светочувствительности, поэтому уровень цветоделительного маскирования в них выше, чем в негативных.

7. Спектральная чувствительность слоев негативных пленок, производства разных фирм имеет одинаковые границы, которые при удов-

летворительном цветоделении красителей обеспечивают максимально возможную светочувствительность этих пленок.

8. Цветоделительные свойства цветных кинопленок лишь в небольшой степени зависят от экспонирования и проявления пленок. Цветовоспроизведение регулируется в процессе съемки применением цветных светофильтров. Основным средством изменения цветовоспроизведения остается цветоустановка при копировании негатива.

9. Градационные свойства цветных кинопленок графически выражаются тремя цветоделенными характеристическими кривыми. Параметры этих кривых называются «сенситометрическими характеристиками» кинопленок, т. к. определяются в результате денситометрического измерения сенситограммы — последовательности полей кинопленки, экспонированных с равным приростом логарифма экспозиции.

10. Характеристические кривые выражают зависимость цветоделенных оптических плотностей D_i (D_c, $D_з$, $D_к$) от логарифма цветоделенной экспозиции ($lgH_i \cdot S_i$). Каждая характеристическая кривая выражает фотографические свойства преимущественно одного из трех светочувствительных слоев. Поэтому определенные по ней параметры называются «зональными», или «послойными».

Проявление цветных кинопленок

1. Химико-фотографическая обработка современных цветных негативных и дубль-негативных кинопленок проводится по режиму и рецептуре «горячего» проявления (ECN-2). Обработка цветных позитивных пленок также осуществляется в режиме «горячего» проявления (ECP-2) (табл. 6.4).

2. Цветные негативные и позитивные кинопленки производства стран СНГ («Свема» и «Тасма») обрабатываются в режиме «холодного» проявления — при комнатной температуре (18–22 °С) с допустимым снижением температуры промывной воды до 13 °С (табл. 6.5 и 6.6).

Постоянство температуры и рецептуры, в регламентированных пределах, обеспечивает достижение индексированной светочувствительности и нормированных коэффициентов контрастности.

3. Для обработки негативов, снятых в неблагоприятных условиях освещения, допускается режим «форсированного» проявления, обеспечивающий некоторое увеличение эффективной светочувствительности и коэффициента контрастности.

4. Контроль процессов проявления проводится по сенситограммам. Контроль правильности экспонирования при используемом режиме проявления осуществляется согласно сквозному фотографическому контролю (по плотности изображения одновременно проявленного тест-негатива, снятого с нормальной экспозицией).

Таблица 6.4. **Режим обработки цветных негативных (ECN-2) и позитивных (ECP-2) киопленок**
(горячее проявление)

Последовательность технологических операций	ECN-2		ECP-2		Спецификация (Кодак-формула)
	Темпер., °С	Время, мин : с	Темпер., °С	Время, мин : с	
Предварительная ванна	27^{+1}	:10	27^{+1}	:10–20	PB-2
Обдув	27–38	:5	27^{+3}	:1-2	–
Проявление	$41,1^{+0,1}$	3:00	$36,7^{+0,1}$	3:00	(N)-SD-49; (P)-SD-50
Стоп-ванна	27–38	:30	27^{+1}	:40	SB-14
Промывание	27–38	:30	27^{+3}	:40	–
Первое фиксирование	–	–	27^{+1}	:40	F-35
Промывание	–	–	27^{+3}	:40	–
Отбеливание	38^{+1}	3:00	27^{+1}	:40	SR-27
Промывание	27–38	1:00	–	–	–
Звуковой тракт – проявление	–	–	комнатная	:10–20	SD-43M
Обдув	–	–	27^{+3}	:1–2	–
Фиксирование	38^{+1}	2:00	27^{+1}	:40	F-35
Промывание	27–38	2:00	27^{+3}	1:00	–
Стабилизация	27–38	:10	27^{+1}	:10	S-1M
Сушка	30–38	6–8	43–49	5–7	–

Таблица 6.5. **Режим обработки цветных негативных кинопленок производства стран СНГ**
(холодное проявление)

Последовательность технологических операций	Продолжительность операции (мин) при производительности проявочных машин, м/ч		Температура, °С
	до 600	более 600	
Проявление	5,0–8,0	4,0–7,0	$20^{+0,3}$
Допроявление	3,5–6,0	3,0–5,0	$20^{+0,3}$
Первое фиксирование	5,0–7,0	4,0–7,0	18^{+2}
Промывание малым протоком воды	не менее 2		13^{+3}
Промывание	8,0–10,0		13^{+3}
Отбеливание	4,0–5,0		19^{+3}
Промывание	не менее 5		13^{+3}
Второе фиксирование	4,0–6,0		18^{+2}
Промывание малым протоком воды	1,0–2,0		13^{+3}
Промывание	10,0–15,0		13^{+3}
Промывание с добавлением ПАВ	не менее 2		18^{+3}
Сушка потоком воздуха[1]:			
малоинтенсивная	30,0–45,0		25–35
высокоинтенсивная	10,0–20,0		30–35

[1] С относительной влажностью 40–60 %.

Таблица 6.6. **Режим обработки цветных позитивных кинопленок**
(холодное проявление)

Последовательность технологических операций	Продолжительность операции (мин) при производительности проявочных машин, м/ч		Температура, °С
	до 1700	более 1700	
Размачивание	0,75–1,50		19^{+3}
Проявление	5,0–9,0	5,0–8,0	$22^{+0,3}$
Промывание	не более 1		17^{+3}_{-5}
Первое фиксирование	4,0–8,0	3,0–5,0	19^{+3}
Промывание малым протоком воды	не более 0,75		13^{+3}_{-5}
Промывание	3,5–7,0	1,25–3,0	13^{+3}_{-5}
Отбеливание	2,5–4		19^{+3}
Промывание	2,0–4,0	1,25–1,8	13^{+3}_{-5}
Черно-белое проявление фонограммы	не менее 0,30		22^{+3}
Промывание	не менее 0,65		13^{+7}_{-5}
Второе фиксирование	2,5–4,0	1,25–2,0	19^{+3}
Промывание малым протоком воды	0,75	1,25–1,5	13^{+7}_{-5}
Промывание	3,0–9,0	2,50–3,7	13^{+7}_{-5}
Промывание с добавлением ПАВ	2	0,1	13^{+7}_{-5}
Сушка потоком воздуха[1]:			
малоинтенсивная	30–60		25–30
высокоинтенсивная	3,0–15,0	2,0–3,7	35–45

[1] С относительной влажностью 40–60 %.

Сквозной контроль фотографических процессов

1. Для экспозиционного контроля съемочного процесса и процесса проявления применяется метод сквозного фотографического контроля. Цветные негативы сравниваются по условиям копирования с тест-негативом, имеющим строго заданное значение оптической плотности на изображении серого эталонного поля с 18%-м отражением. Оптическая плотность эталонного негатива, измеренная за зеленым светофильтром, при нормальной экспозиции должна равняться 0,60 Б над минимальной оптической плотностью.

2. Копировальные процессы контролируются по воспроизводимости отпечатков со стандартного тест-негатива. Процессы проявления контролируются по цветным сенситограммам, дополнительно печатаемым на контрольной оси кинопленки.

3. Сквозной фотографический контроль позволяет стабилизировать процессы проявления и копирования и обеспечивает получение надежных данных для контроля экспозиции в съемочном процессе.

4. Метод сквозного фотографического контроля используется как в отечественных, так и в зарубежных лабораториях обработки кинопленки.

Применяемые в разных странах тест-негативы незначительно различаются по светлоте лиц снятых персонажей и по количеству полей серой и цветных шкал. За основу взят LAD-метод (заданной лабораторной плотности), разработанный фирмой «Kodak» и рекомендованный Обществом кино- и телеинженеров (SMPTE).

5. Копировальный процесс экспозиционно нормируется с помощью печати стандартного тест-негатива таким образом, чтобы в цветных позитивах, печатаемых равными средними значениями номеров света экспозиционного цветового паспорта N(25-25-25), всегда получались серые по цвету изображения эталонного поля с равными значениями трех цветоделенных плотностей: D_{II} (1,10;1,10;1,10).

6. Для достижения в каждом монтажном плане требуемого цветового тона по результатам экранного просмотра пробных копий составляется экспозиционный паспорт на печать эталонной копии. В результате удается получить выровненные по цвету монтажные планы в каждой части и по всему фильму, в том числе и при тиражировании фильмокопий, печатаемых на разных типах позитивных пленок.

7. На стр. 6.13 представлена технологическая схема копирования фильмокопий с контратипированием. В табл. 6.7 и 6.8 представлены современные кинопленки, применяемые для контратипирования и для печати фильмокопий, а также ранее применявшиеся кинопленки (для возможности идентификации фильмовых материалов при их реставрации и архивном восстановлении).

На стр. 6.16 представлена схема копирования 35-мм фильмов разного формата и 16-мм фильмов с использованием контратипов и промежуточных позитивов. Там же указаны типы кинокопировальной аппаратуры, используемые для изменения формата фильмов. В табл. 6.9 указаны размеры кадров фильмокопий разного формата.

Технологические схемы копирования фильмов

Технологические схемы, представленые ниже используются для копирования следующих пленок:

5249/7249 — обращаемые дубль-негативные пленки Eastman Kodak CRI (Colour Reversal Intermediate), 35- и 16-мм;

5244/7244 — пленки Intermediate — Eastman Kodak, 35- и 16-мм;

8213/8223 — пленки Intermediate — Fuji Colour, 35- и 16-мм;

5235/7235 — черно-белые пленки — Eastman Kodak, 35- и 16-мм.

Изопанхроматические пленки предназначаются для изготовления трех черно-белых цветоделенных позитивов, пригодных для архивного хранения, путем выкопировки с цветного негатива. Для изготовления цветных контратипов путем выкопировки с цветоделенных позитивов применяются цветные пленки типа Intermediate 5244/7244 и 8213/8223.

Схема копирования фильмокопий с контратипированием негативов

Схема копирования позитивных изображений через 16-мм интернегативы

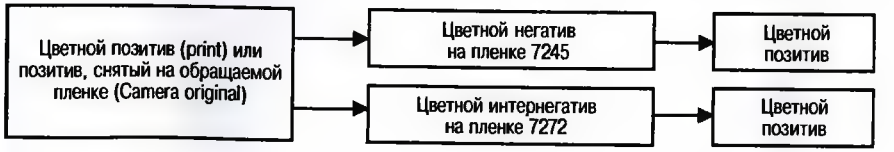


Таблица 6.7. **Дубль-негативные кинопленки**

Код		Название
35-мм	16-мм	
		Цветные пленки для контратипирования
5249	7249	Eastman Colour Reversal Intermediate (CRI)
5244	7244	Eastman Colour Intermediate II
5271	7271	Eastman Colour Intermediate
5272	7272	Eastman Colour Internegative
		Черно-белые пленки для позитивного дублирования
5366	7366	Eastman Fine Grain
71543	72543	Fuji Fine Grain
362	362	Gevaert Duplicating Positive
		Черно-белые дубль-пленки с обращением изображения
–	891	Gevaert Reversal Duplicating
		Высококонтрастные черно-белые пленки
5362	7362	Eastman High Contrast Positive
71362	–	Fuji High Contrast Positive
553	553	Gevaert Positive Super Contrast
		Пленки для записи фонограммы (Sound Recording)
5740	7740	Eastman High Definition Sound Recording
71412	72412	Fuji Fine Grain Sound Recording
256	256	Gevaert ST6
258	258	Gevaert ST8
		Черно-белые пленки для ТВ-записи (Television Recording)
–	7374	Eastman Television Recording
–	72391	Fuji Television Recording FG
–	836	Gevapan 30 Reversal

Таблица 6.8. **Позитивные кинопленки**

Код		Название	Обработка
35-мм	16-мм		
		Цветные позитивные пленки (Colour Positive)	
5385	7385	Eastman Colour SP	ECP-2
5381	7381	Eastman Colour Print	ECP-2
5738	7738	Eastman Colour LC Print	ECP-2
8812	8822	Fujicolour Positive	ECP-2
8813	8823	Fujicolour Positive	ECP-2
986	986	Gevacolour Print	ECP-2
984	984	Gevacolour Print	ECP-2
–	–	Свема	холодное проявление
–	–	Тасма	
		Цветные обращаемые копировальные пленки (Colour Revercal)	
–	7389	Eastman Ektachrome R (print from Fand VNF)	ME-4
–	7390	Ektachrome Print (print from EC)	ME-4
–	7399	Ektachrome VN Print (print from EF and VNF)	VNF
–	903	Gevachrome Print	Gevachrome I
–	–	Gevachrome II (TV Contrast)	Gevachrome II
		Черно-белые позитивные пленки (B-W Positive)	
5302	7302	Eastman	D-97/D-16
5360	7360	Eastman	–»–
71336	72326	Fuji Fine Grain Positive	–»–
–	72325	Fuji Fine Grain Positive (low contrast)	–»–
561	561	Gevaert Positive Fine Grain	–»–
–	564	Gevaprint Film for TV	–»–
		Черно-белые обращаемые позитивные пленки (B-W Reversal)	
–	7361	Eastman Reversal B-W Print	B-W Reversal
–	72681	Fuji Printing Reversal	–»–
–	892	Gevaert Reversal Print	–»–

Технологические схемы копирования фильмов

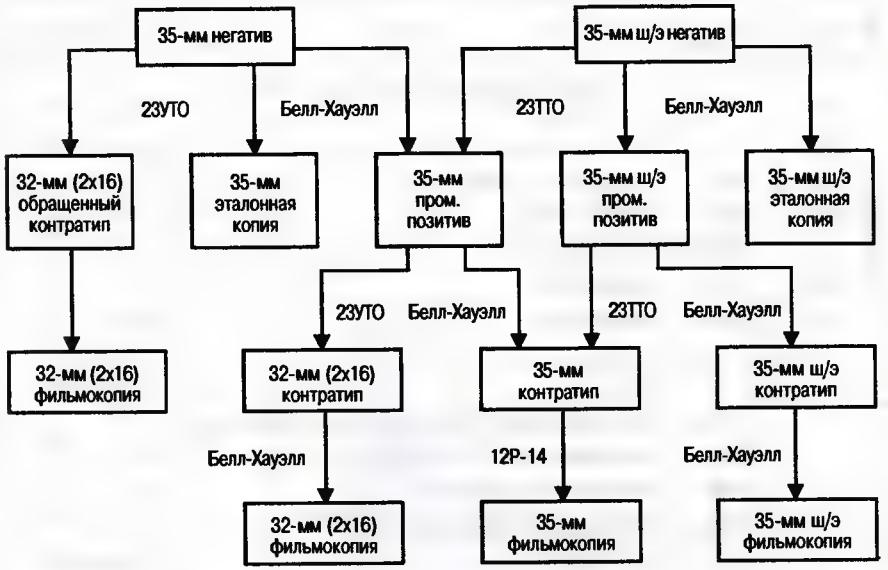


Таблица 6.9. **Размеры кинокадров в фильмокопиях разного формата**

Фильмокопия	Ширина, мм	Высота, мм	Ширина, мм	Высота, мм
70-мм	48,59	22,10	–	–
35-мм	полный кадр		анаморфированный кадр	
	23,66	17,78	21,29	18,21
	формат (1,37:1)		формат (1,66:1)	
	21,11	15,29	21,11	12,61
	формат (1,85:1)		формат (1,75:1)	
	21,11	11,33	21,11	11,99
35-мм для ТВ	полный кадр		действующий кадр	
	20,12	15,90	18,11	13,58
	кадр изображения без титров		Техноскоп (Techniscope)	
	16,10	13,80	22,05	8,89
16-мм	стандартный кадр		действующий кадр	
	9,65	7,26	8,40	6,31
16-мм для ТВ	полный кадр		действующий кадр	
	9,35	7,01	8,40	6,31
16-мм Супер	15,52	7,42	–	–
Слайды	35-мм, кадр 24х36 мм		70-мм, кадр 70х70 мм	
	36,00	24,00	51,60	51,60
	полный кадр			
	38,10	38,10		

Параметры кинопроекции

1. Размеры унифицированных кинозалов для показа нормальных, кашетированных и широкоэкранных фильмов в соответствии с международными рекомендациями определяются по ширине экрана. Минимальной считается полуторакратная длина зала по сравнению с шириной экрана (1,5:1).

2. При вычислении оптимальных размеров, на чертеже зала в центре выделяется полоса, равная 1/6 ширины экрана. Затем к краям экрана проводятся линии, расположенные под углом $\omega = 8–14^{\circ}$ к направлению кинопроекции. По их пересечению с прямыми, выделяющими центральную полосу, определяется длина зала. При расчете удлиненного зала для проекции фильмов нормального формата берется меньший угол — 8°, а для укороченных залов, предусматривающих показ широкоформатных фильмов, берется больший угол ($12–14^{\circ}$).

Пример. Ширина экрана 6 м. Центральная полоса 1 м. Краевые части экрана по 2,5 м. Угол для одной половины экрана 10°. Коэффициент увеличения длины зала $K = ctg\omega = ctg10^{\circ} = 5,7$. Длина зала определяется пропорционально произведению коэффициента К на краевую часть экрана 5,7•2,5 = 14,25 м. Отношение длины зала к ширине экрана получается равным 2,4:1, а обратное значение, представляющее отношение ширины экрана к длине зала — 0,42.

3. В контрольных и эталонных просмотровых кинозалах, имеющих сравнительно небольшие размеры, отношение ширины экрана к длине зала, приближается к рекомендуемым значениям (0,42–0,50).

4. В кинозалах, предназначенных для коммерческого показа, отношение ширины экрана к длине зала вследствие увеличения количества зрительских мест оказывается значительно меньше рекомендуемых значений.

Таблица. 6.10. **Ширина экрана для кинопроекции 35-мм фильмов с 8–14° углом изображения**

Ширина экрана, м Боковые части экрана, м		4,8 2	6 2,5	7,25 3	9,6 4	12 5	Отношение длины зала к ширине экрана
Угол ω, °	K = ctg ω	Длина зала, м					
8	7,10	14	18	21	28	35,5	3,0 (0,33)[1]
10	5,70	11,5	14,25	17	23	28,5	2,4 (0,42)
12	4,76	9,5	12	14	19	24	2,0 (0,50)
14	4,10	8,2	10,2	12,5	16,4	20,4	1,64 (0,60)

[1] В скобках указано отношение ширины экрана к длине зала.

Таблица 6.11. **Ширина экранного изображения для фильмов нормального формата в залах заданной длины**

Отношение ширины экрана к длине зала	Проекционный объектив		Ширина экрана для нормального формата (м) при расстоянии до экрана А, м						
	M[1]	f, мм	5	7	10	15	25	30	35
0,41	2	50,8	2,1	2,9	4,1	6,2	10,3	12,4	14,5
0,33	2,5	63,5	1,7	2,3	3,3	5,0	8,3	9,9	11,6
0,28	3	76,2	1,4	1,9	2,8	4,1	6,9	8,3	9,7
0,24	3,5	88,9	1,2	1,7	2,4	3,5	5,9	7,1	8,3
0,21	4	101,6	1,0	1,5	2,1	3,1	5,2	6,2	7,2
1,8	4,5	114,3	0,9	1,3	1,8	2,8	4,6	5,5	6,4
1,7	5	127,0	0,8	1,2	1,7	2,5	4,1	5,0	5,8
1,5	5,5	139,7	0,75	1,1	1,5	2,3	3,8	4,5	5,3

[1] M – коэффициент увеличения оптического изображения в кинопроекционном аппарате (при расстоянии от объектива до пленки 25,4 мм)

Значения параметров кинопроекции взаимосвязаны следующими соотношениями:

$$\text{Ширина экранного изображения (м)} = \frac{\text{ширина проекционного окна (мм)} \times \text{расстояние от проектора (м)}}{\text{фокусное расстояние объектива (мм)}}$$

$$\text{Высота экранного изображения (м)} = \frac{\text{высота проекционного окна (мм)} \times \text{расстояние от проектора (м)}}{\text{фокусное расстояние объектива (м)}}$$

$$\text{Расстояние от проектора (м)} = \frac{\text{ширина экранного изображения (м)} \times \text{фокусное расстояние объектива (мм)}}{\text{ширина проекционного окна (м)}}$$

$$\text{Фокусное расстояние объектива (м)} = \frac{\text{расстояние от проектора (м)} \times \text{ширина проекционного окна (мм)}}{\text{ширина экранного изображения (м)}}$$

Вычисление фокусного расстояния для кинопроекции кашетированных и широкоэкранных фильмов рекомендуется проводить по ширине окна 21,0 мм, а для фильмов нормального формата — по ширине окна 20,9 мм.

Пример. Длина зала 10 м, ширина проекционного окна 20,9 мм, ширина экрана 4,1 м. Требуемое фокусное расстояние f = 51 мм.

Рекомендуемая яркость экрана

Яркость экрана для 35- и 16-мм фильмов по международным рекомендациям должна равняться:

$$E_э = (55^{+7})\ \text{св/м} = (16^{+2})\ \text{ft•L} = \text{EV}(8{,}8^{+0{,}2}).$$

На краях экрана яркость должна составлять не менее 60% от яркости в центре экрана.

Измерение яркости экрана рекомендуется проводить при сфокусированном объективе, но без пленки в фильмовом канале. Яркомер (или экспонометр при измерении яркости в EV(EI100)) располагается на уровне глаз зрителя.

Перечень фильмовых материалов

1. Приняты следующие наименования по типам фильмов: художественный, телефильм, киновариант телефильма, хроникально-документальный, мультипликационный (анимационный), научно-популярный. Рекламные фильмы чаще называют по способу изготовления: игровые, мультипликационные (рисованные), компьютерные и др.

2. В типовой комплект фильмовых материалов входят материалы, относящиеся к изображению и к звуку:

Изображение	*Звук*
Негатив изображения	Монофонический (или стереофонический) оригинал перезаписи
Эталонная копия	Монофоническое совмещение фонограммы шумов и музыки
Световой паспорт с записями к каждой части	Монофоническая фонограмма иноязычных и иностранных реплик
Дополнительные материалы	Фонограмма чистого аккомпанемента к вокальным номерам (только для мультфильмов)
Установочные ролики к частям	
Негатив фона надписей (если надписи выполнены не на нейтральном фоне) вместе с позитивом, установочным роликом и световым паспортом	

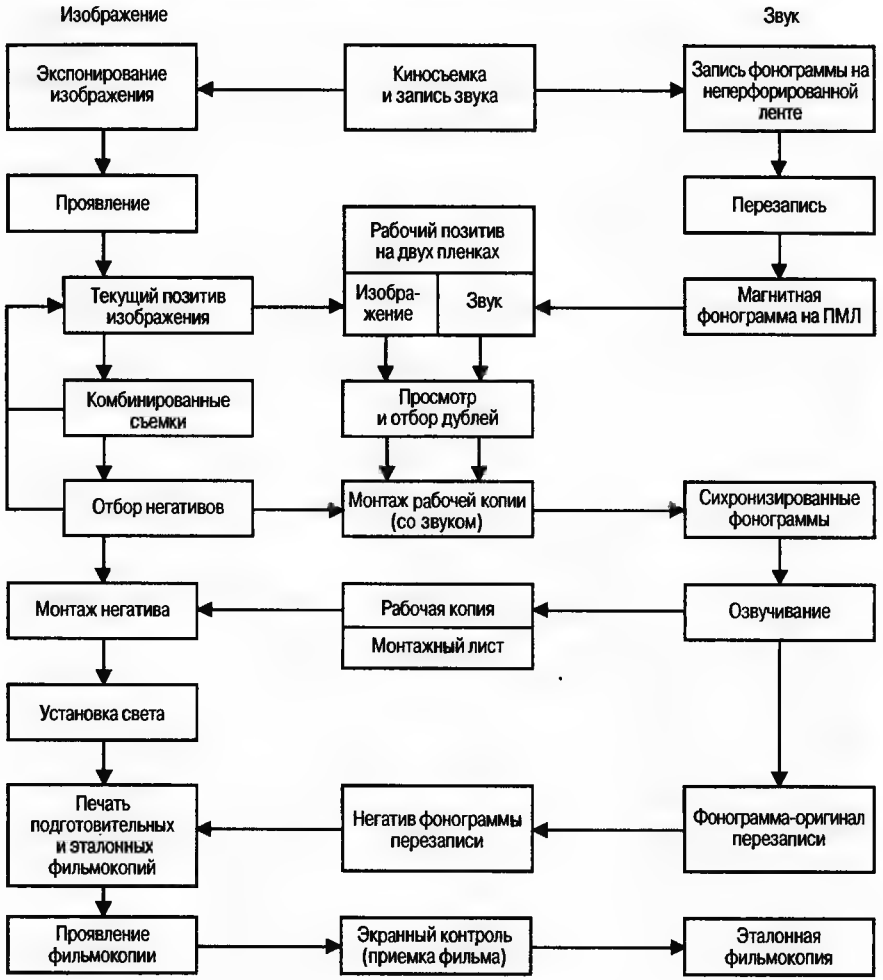
В комплекты также входят сопроводительные документы: акт сдачи-приемки или акт ОТК; паспорт технических характеристик; монтажные листы.

3. Перечень фильмовых материалов, необхлдимых для дублирования с озвучиванием закадровым текстом и для тиражирования:

Изображение	*Звук*
Позитивная копия (для иностранных фильмов с совмещенной фонограммой)	Для дублирования: монофоническое совмещение фонограммы шумов и музыки
Контратип изображения или промежуточный позитив	Для озвучивания: копия магнитного оригинала перезаписи
Промежуточный позитив игровых фонов под надписи, шумов и музыки (только для дублированных фильмов)	Для тиражирования: монофонический (стереофонический) оригинал перезаписи; монофоническое совмещение фонограммы

Обязательные сопроводительные документы те же, что приведенные выше. Дополнительные документы — монтажные листы на иностранном языке с подстрочным переводом на русский язык; аннотация на русском языке.

Схема кинопроизводственного процесса



Технологические операции кинопроизводственного процесса

1. Основными являются две типовые технологии кинопроизводства. Первая — традиционная, в ней не используется параллельная видеозапись для контроля и отбора дублей.

Вторая — современная, сопровождается записью видеоизображения по ТВ-сигналам, получаемым от соответствующих киносъемочных аппаратов. Для синхронизации и синфазности изображения применяется тайм-код.

2. По традиционной технологии одновременно с киносъемкой (на кварцованной частоте) осуществляется синхроная запись звука на первичную магнитную фонограмму. Например, в магнитофоне Nagra 4S запись звука осуществляется на 6,25-мм неперфорированную магнитную ленту. Запись фонограммы проводится с применением «хлопушки» или импульсов тайм-кода для синхронизации изображения и звука.

3. После экспонирования негативной кинопленки и ее проявления негатив копируется на рабочий цветной позитив. В то же время с исходной фонограммы осуществляется перезапись магнитной фонограммы на перфорированную магнитную ленту (ПМЛ), имеющую такие же размеры, как негативная кинопленка.

Киноизображение снятых сцен и записанный синхронно звук получаются на одинаково перфорированных и имеющих одинаковую длину кусках пленки и магнитной ленты. Это позволяет смонтировать равные по длине ролики с изображением и звуком для экранного просмотра «рабочего позитива» с одновременным прослушиванием фонограммы.

Демонстрация фильмовых материалов проводится с двух пленок.

4. По результатам просмотра съемочной группой «рабочего позитива» отбираются дубли снятых монтажных планов. Для последующего монтажа по эпизодам фильма отобранные дубли регистрируются. Затем из фактически отобранных дублей «рабочего позитива» осуществляется (традиционно с помощью ножниц, липкой ленты и киноклея) монтаж «рабочей копии». В результате получаются:

- рабочая копия;
- список монтажных работ — «монтажный лист»;
- синхронизированные фонограммы (они используются для последующей перезаписи с раздельным микшированием звука);
- список комбинированных кадров и надписей (по нему снимаются требуемые монтажные планы, в том числе надписи с нужными фоновыми изображениями).

5. По рабочей копии и синхронизированным фонограммам осуществляется озвучивание эпизодов фильма. При озвучивании синхронизированные фонограммы перезаписывают (сводят) на одну ленту, создавая тем самым единый звуковой ряд фильма. В результате озвучивания получают монофонический (или стереофонический) оригинал перезаписи. С него на черно-белую пленку делается негатив фонограммы перезаписи.

6. По рабочей копии отбираются требуемые куски негатива изображения и проводится чистовой монтаж для получения негатива изображения фильма. В монтажный ряд включаются негативы комбинированных кинокадров и кадров с надписями. Отдельно монтируются фоновые заготовки к надписям для возможности выпуска фильма с изменными титрами.

7. В лаборатории обработки пленки проводится текущая установка цвета и света на печать выровненных по цвету монтажных кадров изображения в эпизодах фильма. В результате составляется свето-цветовой паспорт на копирование негатива. С негатива изображения и негатива фонограммы перезаписи (по частям фильма) печатается ряд позитивных копий. Последовательной коррекцией уточняется свето-цветовой паспорт, который является неотъемлемым приложением к «эталонной копии» и негативу.

Киносъемка с видеозаписью изображения

1. В современных процессах кинопроизводства для упрощения и ускорения отбора дублей и контроля съемок одновременно с киносъемкой и записью звука проводится запись видеоизображения по ТВ-сигналам, выдаваемым киносъемочным аппаратом.

2. Запись изображения на видеомагнитофоне может осуществляться одновременно с визуальным контролем изображения на цветном мониторе. Это позволяет оптимизировать технологию производства кинофильмов для телевидения.

3. Отбор дублей может быть произведен до изготовления рабочего позитива и его просмотра с двух пленок. Однако видеопросмотры не заменяют экранный контроль качества цветного изображения по рабочему позитиву и экранный просмотр рабочего позитива с двух перфорированных лент изображения и звука.

4. По сделанной параллельно с киносъемкой записи видеоизображения и по синхронным фонограммам может быть проведен ускоренный, применяемый в телевидении монтаж изображения и звука для полученных эталонных видеофонограмм (без монтажа рабочей кинокопии).

5. Изготовление киновидеофонограмм, т. е. получение видеофонограмм с цветных киноизображений осуществляется на специальной аппаратуре. В простейших случаях видеозапись проводится с кинопозитивов, сделанных, как правило, со сниженной контрастностью изображения и являющихся выровненными по цвету монтажными планами.

6. Более сложная аппаратура и технология требуются для видеозаписи с цветного негатива и с 16-мм позитива, снятого на обращаемой пленке. Для обязательной в этом процессе цветоустановке в комплект видеоаппаратуры входят специализированные запоминающие устройства и процессор. Для уменьшения царапин, возникающих при транспортировке цветного негатива, в тракте видеозаписывающего устройства необходим иммерсионный («мокрый») кинотелепроекционный блок.

Аппаратура для звукозаписи

Европейские фирмы проката одновременно с киносъемочной техникой предлагают следующую звукозаписывающую аппаратуру:

- Магнитофоны Nagra (Кудельски Швейцария) и Sony (Япония):
  - Nagra 4S Stereo; Nagra 4S Timecod (SMPTE/EBU 80 Stereo);
  - Sony Recorders и другую обновляемую аппаратуру.

Перечисленные магнитофоны записывают звук на неперфорированную магнитную ленту шириной 6,25 мм (1/4 дюйма).

- Микрофоны и радиомикрофоны:
  - Neumann SM 69 Stereo; MIC CIT; UN 87A.
  - Sennheiser MKH/815/816, MKH/415/416, UD 441.
  - Sony — ECM 50; Sony Type 102 (радиомикрофон)
- Звукомонтажные столы, например:
  - Steenbecks — 35-мм ST 140 (24/25 к/с).

Тайм-код

1. Для синхронизации изображения и звука при их записи на магнитную ленту используются тайм-коды SMPTE:

- SMPTE/EBU 80 (для Европы) на 25 и 24 к/с;
- SMPTE 80 (для США и некоторых других стран) на 30 к/с.

Кодовое слово на 80 бит состоит из трех частей:

- 16 бит — синхрослово, обеспечивающее идентификацию положения каждого кадра внутри кодового слова;
- 32 бит — временная часть (час, минута, секунда, день, месяц, год);
- 32 бит — информация пользователя (номера дублей, аппарата и т. д.).

2. В магнитофонах Nagra установлены блоки формирования сигналов тайм-кода SMPTE/EBU на 25 и 24 к/с.

3. Предусматривается также установка блоков для тайм-кода, работающего по системе TDF: «Film Date Trade». Эта система разработана французской кинофирмой «Aaton» совместно с фирмой «Panavision» (США).

В киноаппаратах для синхронных съемок с кодированием по системе TDF фотографическая запись осуществляется в виде буквенно-цифровой информации.

4. В киноаппараты Arriflex для синхронных съемок устанавливаются экспонирующие блоки для штрихового кодирования по системе SMPTE/EBU 80. Для этого запись звука проводится на магнитофоне Nagra 4S Timecod и на других профессиональных рекордерах.

Магнитофон Nagra 4S

Портативный магнитофон для стереофонической записи звука с двух входов. Запись ведется на неперфорированную магнитную ленту шириной 6,25 мм (1/4 дюйма). Питание автономное или от сети через адаптер. Регулирование сигналов раздельное по трем трактам. *Тракт предварительного усиления сигналов* обеспечивает:

- усиление сигнала с двух микрофонов с регулированием уровня сигналов;
- частотную коррекцию сигналов в общем сигнале по низким частотам;
- автоматическое регулирование чувствительности по микрофонам.

Тракт записи осуществляет запись звуковых сигналов с лимитером, который автоматически защищает канал от перегрузок.

Тракт воспроизведения обеспечивает линейную запись сигналов с регулированием выходного уровня и воспроизведение звука во время записи. Для этого используются головные телефоны, а в случае необходимости громкоговоритель.

Контроль всех параметров осуществляется по многошкальному микроамперметру. Имеется также ряд сигнальных показателей наличия опорного синхросигнала, работоспособности электропривода и электропитания.

Магнитофон работает в трех скоростных режимах: 9,53; 19,05 и 38,1 см/с.

По синхроканалу осуществляется запись синхросигнала. Предусмотрено включение стоп-стартовых отметок от киносъемочного аппарата.

Магнитофон Nagra 4S Timecod

Стереофонический двухканальный портативный магнитофон с временным кодом SMPTE/EBU 80, позволяющим заменить частотную синхронизацию и синхрофазность, достигаемую обычно с помощью хлопушки, на автоматизированное согласование синхрометок в фонограмме и на кинопленке.

Таблица 6.12. **Частотный диапазон источников звука и каналов связи**

Источник звука (тип звучания)	Частотный диапазон[1], Гц	Канал связи	Частотный диапазон, Гц
Женская речь	160–5120	Ухо человека	16–18 200
Мужская речь	80–5120	Высококачественная система	40–18 200
Middle C (контрольный тон)	256	FM-вещание (УКВ)	40–18 200
Басовый барабан	40–512	Система звуковоспроизведения в ТВ	40–18 200
Ударные инструменты	100–5120	Магнитная лента или виниловый диск	50–12 800
Цимбал	512–5000	35-мм фотографическая фонограмма	80–9 000
Контрабас	35–512	16-мм фотографическая фонограмма	100–6 400
Виолончель	64–700	35-мм Долби-стерео	31,5–12 500
Скрипка	192–3072	35-мм Долби-стерео SR с узкой щелью	31,5–16 000
Саксофоны всех типов	80–1536	AM-вещание (СВ)	100–4 000
Кларнеты	160–1536	Низкоскоростная запись на ленте	200–3 200
Флейта-пикколо	512–5000	Телефонный канал	400–1 600
			300–3 400

[1] Субгармоники приведенных в таблице звучаний могут быть выше 16 000 Гц.

Таблица 6.13. **Сравнительные уровни звуковых шумов**[1]

Источник звука	Уровень шума, дБ	Источник звука	Уровень шума, дБ
Порог слышимости	0	Нормальный разговор	50
Студия звукозаписи	10	Громкая речь, уличное движение	60
Очень тихое место	20	Крик	65
Зал кинотеатра	25	Завод или магазин во время работы	70
Тихая комната, ход часов	30	Симфонический оркестр	75
Уличное движение вдалеке	35	Пневматическая дрель	115
Тихий ресторан или тихая улица	40	Реактивный двигатель	120
Салон автомобиля	45	Уровень болевого порога	140

[1] Средний уровень шума относительно порога слышимости.

Таблица 6.14. **Расстояние между изображением и звуком на фильмокопии**

Ширина кинопленки, мм	Тип фонограммы	Количество кадров между изображением и звуком на фильмокопии
70	магнитная	–23
35	оптическая	+21
35	магнитная	–28
16	оптическая	+26
16	магнитная	–28

Таблица 6.15. **Маркировка скорости записи на магнитную ленту**

Цвет начального ракорда	Цвет конечного ракорда	Скорость записи, см/с
белый	красный	76
зеленый	красный	38
желтый	красный	19
синий	красный	9,5
серый	красный	4,75

Таблица 6.16. **Микрофонные соединители**

№ контакта	Европейский стандарт	Американский стандарт
	Соединитель типа «DIN»	
1	«+» сигнал в фазе[1]	«–»
2	земля	земля
3	«–» сигнал в противофазе[2]	«+»
	Соединитель типа «XLR»	
1	земля	земля
2	«+» сигнал в фазе[1]	«–»
3	«–» сигнал в противофазе[2]	«+»

[1] Положительное фантомное питание.
[2] Отрицательное фантомное питание.

Таблица 6.17. **Время воспроизведения звуковой магнитной ленты шириной 1/4 дюйма (6,25 мм)**

Тип ленты	Толщина ленты	Диаметр катушки		Длина		Время воспроизведения (мин), при скорости	
	мкм	см	дюйм	м	фут	7,5 дюйм/с, 19 см/с	3,75 дюйм/с, 9,5 см/с
Стандартная	55	7,5	3	45	150	3,75	7,5
		10	4	90	300	7,5	15
		13	5	180	600	15	30
		18	7	360	1200	30	60
		26,5	10,5	720	2400	60	120
Длительного воспроизвед.	37,5	7,5	3	66	225	5,625	11,25
		10	4	132	450	11,25	22,5
		13	5	270	900	22,5	45
		18	7	540	1800	45	90
		26,5	10,5	1080	3600	90	180
Двойного воспроизвед.	27,5	13	5	360	1200	30	60
		18	7	720	2400	60	120
		26,5	10,5	1440	4800	120	240
Тройного воспроизвед.	18,3	13	5	540	1800	45	90
		18	7	1080	3600	90	180

Таблица 6.18. **Частота и напряжение сети в различных странах**

Страна	Частота, Гц	Напряжение, В	Страна	Частота, Гц	Напряжение, В
Афганистан	50	220/380	Лаос	60	100/200
Алжир	50	220/380	Люксембург	50	220/380
Аргентина	50	220/380	Мексика	50	220/380
Австралия	50	240/415	Марокко	60	127/220
Англия	50	240/415	Мальта	50	115/220
Австрия	50	220/380	Норвегия	50	240/415
Бельгия	50	220/380	Нидерланды	50	230
Боливия	50	220/380	Нигерия	50	220/380
Бразилия	60	127/220	Пакистан	60	110/220
Болгария	50	220/380	Панама	50	230/400
Германия	50	220/380	Парагвай	60	110/220
Греция	50	220/380	Перу	50	220
Гренландия	50	220/380	Польша	60	110/220
Гонконг	50	200/346	Португалия	50	220/380
Венгрия	50	220/380	Румыния	50	220/380
Вьетнам	50	220/380	Саудовская	50	220/380
Дания	50	220/380	Аравия	60	127/220
Египет	50	220/380	Словакия	50	220/380
Индия	50	230/400	Сомали	50	220/440
Индонезия	50	127/220	США	60	115/200
Ирак	50	220/380	Тайвань	60	110/220
Ирландия	50	220/380	Таиланд	50	220/380
Израиль	50	220/380	Тунис	50	220/380
Италия	50	230/400	Турция	50	220/380
Канада	50	220/380	Шри Ланка	50	230/400
Китай	60	120/240	Швеция	50	220/380
Колумбия	50	220/380	Швейцария	50	220/380
Камбоджа	60	110/220	Южно-Африканская	50	220/380
Конго	50	120/208	Республика		
Кувейт	50	220/380	Чехия	50	220/380
Южная Корея	50	240/415	Япония	60	100/200

Таблица 6.19. **Перевод метров в футы**

м	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1	3,28	3,61	3,94	4,27	4,59	4,92	5,25	5,58	5,91	6,23
2	6,56	6,89	7,22	7,55	7,87	8,20	8,53	8,86	9,19	9,51
3	9,84	10,2	10,5	10,8	11,2	11,5	11,8	12,1	12,5	12,8
4	13,1	13,5	13,8	14,1	14,4	14,8	15,1	15,4	15,7	16,1
5	16,4	16,7	17,1	17,4	17,7	18,0	18,4	18,7	19,0	19,4
6	19,7	20,0	20,3	20,7	21,0	21,3	21,7	22,0	22,3	22,6
7	23,0	23,3	23,6	24,0	24,3	24,6	24,9	25,3	25,6	25,9
8	26,2	26,6	26,9	27,2	27,6	27,9	28,2	28,5	28,9	29,2
9	29,5	29,9	30,2	30,5	30,8	31,2	31,5	31,8	32,2	32,5
10	32,8	33,1	33,5	33,8	34,1	34,4	34,8	35,1	35,4	35,8

Таблица 6.20. **Перевод футов в метры**

ft	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1	0,305	0,335	0,366	0,396	0,427	0,457	0,488	0,518	0,549	0,579
2	0,610	0,640	0,671	0,701	0,732	0,762	0,792	0,823	0,853	0,884
3	0,914	0,945	0,975	1,01	1,04	1,07	1,10	1,13	1,16	1,19
4	1,22	1,25	1,28	1,31	1,34	1,37	1,40	1,43	1,46	1,49
5	1,52	1,55	1,58	1,62	1,65	1,68	1,71	1,74	1,77	1,80
6	1,83	1,86	1,89	1,92	1,95	1,98	2,01	2,04	2,07	2,10
7	2,13	2,16	2,19	2,23	2,26	2,29	2,32	2,35	2,38	2,41
8	2,44	2,47	2,50	2,53	2,56	2,59	2,62	2,65	2,68	2,71
9	2,74	2,77	2,80	2,83	2,87	2,90	2,93	2,96	2,99	3,02
10	3,05	3,08	3,11	3,14	3,17	3,20	3,23	3,26	3,29	3,32

Таблица 6.21. **Перевод дюймов в сантиметры**

in	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1	2,54	2,79	3,05	3,30	3,56	3,81	4,06	4,32	4,57	4,83
2	5,08	5,33	5,59	5,84	6,10	6,35	6,60	6,84	7,11	7,37
3	7,62	7,87	8,13	8,38	8,64	8,39	9,14	9,40	9,65	9,91
4	10,2	10,4	10,7	10,9	11,2	11,4	11,7	11,9	12,2	12,4
5	12,7	13,0	13,2	13,5	13,7	14,0	14,2	14,5	14,7	15,1
6	15,2	15,5	15,7	16,0	16,3	16,5	16,8	17,0	17,3	17,5
7	17,8	18,0	18,3	18,5	18,8	19,0	19,3	19,6	19,8	20,1
8	20,3	20,6	20,8	21,1	21,3	21,6	21,8	22,1	22,4	22,6
9	22,9	23,1	23,4	23,6	23,9	24,1	24,4	24,6	24,9	25,1
10	25,4	25,7	25,9	26,2	26,4	26,7	26,9	27,2	27,4	27,7

Справочное издание

Л. Ф. Артюшин, И. Д. Барский, Винокур А. И.

Справочник кинооператора

Книга выпущена при содействии государственного предприятия
«Кинотехника»
Повопросам оптовых поставок обращаться по тел.: 976-55-09 и 218-82-07

Подготовка текста
Винокурова С. В.
Редактор
Давыдова Л. Н.
Технический редактор
Тюников В. В.
Корректор
Ковалева Г. П.

Лицензия № 063519 от 14.07.94 г. Подписано в печать 21.07.99. Формат $60 \times 90/_{16}$.
Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 16,0. Тираж 5 000 экз. Заказ 1219.

Издательство «Галактика-Л», 127550, Москва, Дмитровское ш., д.45.

Отпечатано в ОАО «Можайский полиграфический комбинат». 143200, г. Можайск, ул. Мира, 93.